

Spektrofotometrická a koloristická charakterizace barevnosti vín z oblasti Bzenec

Bc. Tereza Hůsková

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Hůsková**
Osobní číslo: **T20805**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Spektrofotometrická a koloristická charakterizace barevnosti vín z oblasti Bzenec**

Zásady pro vypracování

Zpracujte literární rešerši na zadané téma

1. Charakterizujte fyzikálně-chemické charakteristiky bílých a červených vín.
2. Popište typy pigmentů a kopigmentů vyskytujících se v bílých a červených vínech a popište jejich chemické složení.
3. Popište základní typy spektrofotometrických a koloristických metod měření barevnosti.
4. Proveďte experimentální měření UV VIS a kolorimetrii vybraných vzorků bílého a červeného vína. Proveďte numerické modelování naměřených spekter a jejich analýzu.
5. Proveďte zpracování a vyhodnocení experimentálních výsledků, zhodnoťte chyby měření, reprodukovatelnost měření a porovnejte jednotlivé vzorky vzhledem k jejich statistické odlišnosti metodou ANOVA.
6. Citujte veškerou použitou literaturu. Dodržujte předepsaný styl a formát pro DP.

Rozsah diplomové práce: 70
Rozsah příloh: 20
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] TROUILLAS, Patrick, Juan C. SANCHO-GARCÍA, Victor DE FREITAS, Johannes GLETSCHNER, Michal OTYEPKA a Olivier DAN- GLES. Stabilizing and modulating color by copigmentation: Insights from theory and experiment. *Chemical Reviews* [online]. 2016, 116(9), 4937-4982 [cit. 2021-5-24]. ISSN 0009-2665. Dostupné z: doi:10.1021/acs.chemrev.5b00507
- [2] LAPČÍKOVÁ, Barbora, Lubomír LAPČÍK a Jana HUPKOVÁ. Physico-chemical characterisation of Slovak wines. *Potravinár- stvo* [online]. 2017, 11(1), 216-222 [cit. 2021-5-24]. ISSN 1337-0960. Dostupné z: doi:10.5219/727
- [3] LAPČÍK, Lubomír, Michal ČEPPAN a Peter PELIKÁN. *Fotochemické procesy*. Bratislava: Alfa, 1989. Edícia literatury pre spotrebný priemysel (Alfa)
- [4] PELIKÁN, Peter, ČEPPAN, Michal, LIŠKA, Marek. *Applications of Numerical Methods in Molecular Spectroscopy (Fundamental & Applied Aspects of Chemometrics)*. Boca Raton, CRC Press, 1994. ISBN 978-0-8493-7322-0
- [5] BARTOVSKÁ, Lidmila a Marie ŠÍŠKOVÁ. *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*. Vyd. 6., přeprac. Praha: Vydava- telství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-745-3

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Lubomír Lapčík, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 18. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá charakterizací barevnosti vín z oblasti Bzenec za použití spektrofotometrických a koloristických metod. Mimo samotnou charakteristiku a popis bílých a červených vín a jejich výroby, popisuje teoretická část révu vinnou, jakožto hlavní surovinu pro výrobu vína a také její chemické a fyzikální vlastnosti, mezi které se řadí již zmiňovaná barevnost. Barevnost vína je způsobena pigmenty a kopigmenty, které se nacházejí ve slupkách a v dužině révy vinné. V této práci jsou jednotlivé pigmenty charakterizovány, včetně jejich chemického složení.

Experimentální část diplomové práce zahrnuje měření UV/VIS a kolorimetrii vybraných vzorků vína. Dále je provedena numerická modelace naměřených spekter UV/VIS a jejich následná analýza. V této části jsou naměřené výsledky zpracovány a prezentovány. Jako poslední částí experimentu je porovnání jednotlivých vzorků vzhledem k jejich statické odlišnosti pomocí metody ANOVA.

Klíčová slova: víno, výroba vína, spektrofotometrické metody, kolorimetrické metody

ABSTRACT

This diploma thesis investigates the colors of wines from the Bzenec area using spectrophotometric and colouristic methods. In addition to the characteristics and description of white and red wines and their production, theoretical part describes the vine as the main raw material for the wine production and also chemical and physical properties of vine which includes the color.

The color is caused by pigments and copigment, found in the peel and pulp of vine. The individual pigments are characterized including their chemical composition.

The experimental part of the diploma thesis provides the measurement of UV/ VIS and colorimetry of the selected samples of wines. Numerical modeling of the measured spectra UV/VIS and their subsequent analysis are also performed. In this part, the measured results are processed, also presented. The last part of the experiment is a comparison of the individual samples due their statistic differences using the ANOVA method.

Keywords: vine, wine, wine production, spectrophotometric methods, colouristic methods

Chci poděkovat vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Lubomíru Lapčíkovi, CSc., za odborné vedení a pomoc při vypracování diplomové práce. Slečně MSc. Shweta Gautam, panu Ing. Tomáši Valentovi, Ph.D. za pomoc při práci v laboratoři. Panu doc. Ing. Miroslavu Fišerovi, CSc. a paní Ing. Lence Fojtíkové za poskytnutí a pomoc při měření ICP – MS. Velké díky patří моým rodičům Petře a Tomášovi za všestrannou podporu během studia. Chci poděkovat také mojí sestře Anetě a blízkým přátelům za obrovskou psychickou podporu, kterou mi poskytovali během psaní diplomové práce a jako poslední děkuji Bc. Kateřině Dokládalové za krásná studijní léta, na která budu s radostí vzpomínat.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ENOLOGIE A ENOGASTRONOMIE.....	13
1.1 CHARAKTERISTIKA RÉVY VINNÉ.....	13
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HROZNŮ A VÍNA	14
1.2.1 Voda	15
1.2.2 Etanol	15
1.2.3 Cukry.....	16
1.2.4 Oxid siřičitý.....	16
1.2.5 Kyseliny	17
1.2.6 Minerální a fenolické látky	18
1.2.7 Dusíkaté látky.....	19
1.2.8 Aromatické látky	19
1.3 VINAŘSKÉ OBLASTI ČECH A MORAVY.....	20
1.3.1 Vinařská oblast Čechy.....	20
1.3.2 Vinařská oblast Morava	21
1.4 ODRŮDY RÉVY VINNÉ.....	23
1.4.1 Bílé moštové odrůdy	23
1.4.2 Modré moštové odrůdy	24
2 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA.....	26
2.1 TECHNOLOGIE VÝROBY BÍLÝCH VÍN	26
2.1.1 Sběr hroznů	26
2.1.2 Zpracování od hroznu po mošt.....	26
2.1.3 Úprava moštu před kvašením.....	27
2.1.4 Alkoholová fermentace	28
2.1.5 Školení vína a jeho zrání	29
2.2 TECHNOLOGIE VÝROBY ČERVENÝCH VÍN	31
2.2.1 Teplá cesta.....	31
2.2.2 Karbonická macerace	32
2.2.3 Fermentačně – macerační způsob	32
2.2.4 Jablečno-mléčné kvašení.....	33
2.2.5 Zrání a stárnutí vína	33
2.3 TECHNOLOGIE VÝROBY RŮŽOVÝCH VÍN	34
3 PIGMENTACE A KOPIGMENTACE VÍNA.....	35
3.1 PIGMENTY A KOPIGMENTY OBSAŽENÉ VE VÍNĚ.....	37
3.1.1 Pigmenty v červených vínech	37
3.1.2 Pigmenty v bílých vínech.....	37
3.1.3 Typy kopigmentů	39
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	44

4	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	45
5	POPIS MĚŘENÝCH VZORKŮ VÍN.....	46
6	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJE.....	48
6.1	CHEMIKÁLIE.....	48
6.2	PŘÍSTROJE	48
7	METODIKA SPEKTROFOTOMETRICKÝCH A KOLORISTICKÝCH ANALÝZ	49
7.1	STANOVENÍ TRICHROMATICKÝCH CHARAKTERISTIK CIE $L^*A^*B^*$	49
7.2	STANOVENÍ POLYFENOLICKÝCH LÁTEK UV/VIS SPEKTROFOTOMETRIÍ.....	50
7.3	STANOVENÍ OBSAHU ANTOKYANINŮ, BAREVNÉ INTENZITY A ODSTÍNU ČERVENÝCH VÍN	50
7.4	STANOVENÍ BARVIV V ČERVENÝCH VÍNECH	51
7.5	STANOVENÍ OBSAHU POLYFENOLŮ V ČERVENÝCH VÍNECH S ČINIDLEM FOLIN – CIOCALTEAU	52
8	METODIKA DALŠÍCH ANALÝZ	54
8.1	STANOVENÍ OBSAHU ALKOHOLU VE VÍNĚ.....	54
8.2	STANOVENÍ HUSTOTY VÍNA	54
8.3	STANOVENÍ HODNOTY PH	54
8.4	STANOVENÍ VEŠKERÝCH TITROVATELNÝCH KYSELIN VE VÍNĚ	55
8.5	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY VÍN METODOU DPPH	56
8.6	STANOVENÍ MNOŽSTVÍ ŽELEZA, FOSFORU, HOŘČÍKU, VÁPNIKU A DRASLÍKU METODOU ICP – MS.....	56
9	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DISKUZE	58
9.1	STANOVENÍ TRICHROMATICKÝCH CHARAKTERISTIK CIE $L^*A^*B^*$	58
9.2	STANOVENÍ POLYFENOLICKÝCH LÁTEK UV/VIS SPEKTROFOTOMETRIÍ.....	60
9.3	STANOVENÍ OBSAHU ANTOKYANINŮ, BAREVNÉ INTENZITY A ODSTÍNU ČERVENÝCH VÍN	63
9.4	STANOVENÍ BARVIV V ČERVENÝCH VÍNECH	64
9.5	STANOVENÍ OBSAHU POLYFENOLŮ V ČERVENÝCH VÍNECH S ČINIDLEM FOLIN – CIOCALTEAU	65
9.6	STANOVENÍ OBSAHU ALKOHOLU VE VÍNĚ.....	67
9.7	STANOVENÍ HUSTOTY VÍNA	68
9.8	STANOVENÍ PH.....	69
9.9	STANOVENÍ TITROVATELNÝCH KYSELIN	70
9.10	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY VÍN METODOU DPPH	71
9.11	STANOVENÍ MNOŽSTVÍ ŽELEZA, FOSFORU, HOŘČÍKU A DRASLÍKU METODOU ICP – MS	72

10 ANALÝZA ROZPTYLU	75
ZÁVĚR	82
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	84
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	93
SEZNAM OBRÁZKŮ	94
SEZNAM TABULEK.....	95
SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

Víno je již od nepaměti považováno za zdraví prospěšný nápoj, a to díky přítomnosti přírodních látek, jako jsou flavanoidní látky, minerály a další. Právě zmíněné flavanoidní látky se z určité části podílí i na barevnosti vín.

To, jak bude vyrobené víno kvalitní, určují, již podmínky pěstování révy vinné na vinici, mezi které se řadí druh a úrodnost půdy, množství srážek, agrotechnické zásahy apod. Nelze opomenout ani technologii výroby, která je pro víno stěžejní, neboť lisování a macerace nejvíce ovlivňují množství pro zdraví prospěšných látek. Důležitý je také správně zvolený typ filtrace, která v opačném případě může strhnout barevnost vína. [1]

Ačkoli jednotně mluvíme o vínech bílých, červených nebo růžových, tak ke každé této barvě existuje velká škála různých odstínů barev. Pro bílá vína to může být odstín průhledné až lehce nahnědlé. Vína růžová mají barevnou škálu od růžovošedé po malinovou a červená vína mohou mít odstín barvy tělový až hnědočervený. Barva vína je ovlivněna odrůdou, délkou zrání či ročníkem vína. [2] Pro barevnost červených vín je důležitý pojem „kopigmentace“, jenž představuje přírodní proces založen na nekovalentní komplexaci, díky němuž dochází, nejen ve víně, ale také v bobulích révy vinné, ke stabilizaci a modulaci barev. [3] Do procesu kopigmentace se zapojují hlavní pigmenty červeného vína – antokyaniny spolu s kopigmenty, kterými mohou být jiné flavonoidní či neflavonoidní látky.

Za pigmenty bílých vín jsou považovány flavanoly, které se zde vyskytují, jak ve formě monomerní (katechiny), tak polymerní (taniny). Tyto látky jsou také mimo jiné nositeli svíravé chuti. [4]

V této práci je barevnost vína analyzována pomocí koloristických metod a látky, které jsou zodpovědné za barevnost se analyzují pomocí metod spektrofotometrických. Mimo tyto analýzy jsou zde aplikovány také metody pro fyzikálně-chemickou charakterizaci vín.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ENOLOGIE A ENOGASTRONOMIE

Enologie je vědní obor zabývající studiem vína, samotnou révou vinnou, procesem výroby vína od sběru až po jeho finalizaci, dále o nemocech a vadách a v neposlední řadě o účincích vína na lidský organismus. [5] Enolog neboli technik pro vinařství, je osoba, které je dovoleno být zodpovědnou za zpracování hroznů a ošetření vína při jeho výrobě, a to na základě jeho vědomostí, technických a vědeckých poznatků. Enolog je schopen provádět analýzy hroznů a vín s následnou schopností výsledky analýz aplikovat do vlastní výroby. [6]

Enogastronomie, termín pocházející z Itálie, označuje harmonické propojení vína s pokrmem. Enogastronomie je spjatá s kulturou, která se neustále mění a posouvá a víno je bráno do povědomí, mimo alkohol, také jako doprovodný nápoj k pokrmům. Správně zvolené víno k pokrmu může pro konzumenta připravit gastronomický zážitek. Pro správné párování vína s pokrmem existují dva principy. Prvním principem je vytvořit harmonii vína s pokrmem a jejich vzájemné splynutí. Cílem prvního principu je doplnění nebo jemnění výrazných chutí. Druhý princip využívá protikladu mezi vínem a pokrmem. Je snahou docílit co největšího kontrastu mezi vínem a pokrmem, kdy jde o samotné soupeření a diametrální odlišnost. Itálie či Francie využívá propojení vína s pokrmem po staletí. V České republice enogastronomie dostává své místo a povědomí o vinném párování se neustále zvyšuje, jak v restauracích, tak i v českých domácnostech. [7]

Víno je považováno za nejstarší, nejpřirozenější a také nejzdravější nápoj, a to hlavně vzhledem k jeho antioxidačním vlastnostem.

1.1 Charakteristika révy vinné

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) se řadí mezi kulturní rostliny a její plody – hrozny, jsou dlouhá léta využívána k přímé konzumaci, k výrobě hroznových šťáv, moštů, vín anebo destilátů. Výsadba a pěstování révy vinné probíhá na vinicích nebo ve vinohradech. [1] Zákon č. 321/2004 Sb. o vinohradnictví a vinařství, popisuje vinici nebo vinohrad jako část zemědělsky obhospodařované půdy souvisle osázené keři révy vinné. [8] Výsadba vinic ve svazích zajistí nejlepší podmínky z důvodu celodenního oslunění révových keřů. Keř révy vinné se dělí na dvě části – podzemní a nadzemní část.

Podzemní část

Podzemní část tvoří silný kořenový systém, kdy kořeny révy vinné jsou schopny prorůstat do hlubokých vrstev půdy, kde získávají vodu a také minerály, neboť jsou schopny prorůst až do hloubky, ve které se nachází mateční hornina neboli geologické podloží vinice.

Nadzemní část

Nadzemní část zahrnuje kmínek, plodné dřevo, letorosty, listy, hrozny a jejich bobule. Bobule – plody révy vinné vytvářejí spoustu látek ovlivňující výsledné víno. Vytvářejí se v nich kyseliny, cukry, látky aromatické, fenolové či minerální. Hrozen se skládá ze třapin, na kterých jsou uspořádané bobule. [1]

1.2 Chemické složení hroznů a vína

Bobule hroznů se skládá z jader, dužiny a slupky, jejichž chemické složení se výrazně liší. Dužina tvoří až 90 % celkové hmotnosti bobulí, kdy většinu hmotnostních procent tvoří mošt – vodný roztok cukrů, který mimo cukry glukózu a fruktózu, obsahuje také organické kyseliny a jejich soli, fenolové, dusíkaté a minerální látky, dále také enzymy a vitaminy. V minoritním množství jsou v dužině obsaženy přírodní barviva, aromatické látky, třísloviny a vláknité cévní svazky.

Slupky představují 9–11 % hmotnosti bobulí a stejně jako u dužiny tvoří převážnou část hlavně cukry, barviva, aromatické látky a třísloviny, kterých je u modrých odrůd více než u bílých, dále pak organické kyseliny a jejich soli, fenolové, minerální a dusíkaté látky, vosky, enzymy a vitaminy. Obsah zmíněných látek ovlivňuje a určuje charakter odrůdy, vůni a chuť vína. Důležitou složkou slupky jsou již zmiňované vosky, které na bobuli vytváří jednotný povlak, jenž eliminuje dýchání, ztráty vody a v neposlední řadě slouží jako ochranná vrstva bobule před vnějšími vlivy, které mohou být pro bobuli nebezpečné (mikroorganismy, hmyz, déšť či UV záření).

Nejmenší procentuální podíl hmotnosti bobulí (3–5 %) tvoří jádérka neboli semena, jejichž hlavní složkou jsou oleje a třísloviny. Ve stopovém množství se zde vyskytují fenolové látky, lecitin, nenasycené mastné kyseliny, glyceridy kyseliny palmitové, linolové a stearové. Jádra hroznů jsou bohatá na silný antioxidant, kterým je prokyanidin. [7]

1.2.1 Voda

Voda patří mezi nejvíce opomíjené složky hroznů a obsah vody v hroznech, potažmo ve víně je mnohdy považován za samozřejmost. Voda představuje převládající chemickou složku hroznů a vína a hraje velmi důležitou roli při stanovení základních vlastností vína. Voda je nezbytná pro většinu chemických reakcí, které jsou spojeny s růstem hroznů, fermentací nebo stárnutím vína. [9] Její přítomnost může být ve formě intracelulární neboli buněčné nebo extracelulární – mimobuněčné. Obvykle se vyskytuje jako volná, absorbovaná či vázaná na hydratační složky. Její výskyt je možný i ve formě krystalické či okludované. Je výborným polárním rozpouštědlem a spolu s ethanolem představuje vynikající rozpouštědlo i pro látky nepolární povahy.

Během zrání hroznů se obsah vody zvyšuje a voda tak tvoří 90 % sklizené hmotnosti úrody. Obsah vody ve víně, jakožto v konečném produktu, se může pohybovat až kolem 80–92 %. [7]

1.2.2 Etanol

Etanol je druhou nejdůležitější součástí vína. [10] Ve víně se jeho obsah pohybuje v rozmezí okolo 8 až 9 %, u některých druhů vín může etanol dosahovat až 20 %. Jeho obsah ve víně závisí především na množství zkvasitelných cukrů, které obsahuje mošt, dále také na druhu a kmeni dávkovaných kvasinek, teplotě během fermentace a na dalších faktorech. Etanol se ve víně tvoří hlavně alkoholovým kvašením (fermentací). V případě fortifikovaných vín je alkohol přidáván úmyslně. U de-alkoholizovaných vín nebo vín s nízkým obsahem alkoholu je možné alkohol snížit buďto destilací za použití vakua a snížené teploty nebo reverzní osmózou. [7]

Etanol je sice nejvíce se vyskytující alkohol ve víně, avšak není jediný. Ve víně je možná přítomnost metanolu nebo také vyšších alkoholů. Metanol se vyskytuje v rozmezí od 0,1 až 0,2 g/l a jeho přítomnost je spojena s hydrolýzou pektinů, ke které dochází za působení enzymů hroznů během fermentace. [11; 12] Obsah metanolu je závislý na délce macerace slupek hroznů, avšak nikdy nedosahuje toxické úrovně. V závislosti na délce macerace je v červených vínech obsah metanolu vyšší než u vín bílých. Další skupinou alkoholů ve víně, mimo etanol, jsou vyšší nasycené alkoholy, které se ve víně vyskytují v malém množství (200–600 mg/l), ale i přesto mají významnou úlohu z hlediska aroma vína. [11]

1.2.3 Cukry

Nejvýznamnější množství cukrů v hroznech tvoří monosacharidy D–fruktóza a D–glukóza, které dávají sladkou chuť vínu a také ovlivňují jeho kvalitu. Obsah cukrů se pohybuje v rozmezí 10–24 %, kdy závisí na odrůdě, klimatických a půdních podmínkách a zralosti. Cukry se v hroznech tvoří fotosyntézou a podporují jejich růst. [7] V průběhu fotosyntézy dochází nejprve k hromadění neredukujících sacharidů v listech (sacharózy), ty jsou poté z listů transportovány do bobulí a díky enzymům hydrolyzovány na redukující sacharidy – glukózu a fruktózu. [13] Cukry se nachází především v dužině, v menším množství potom ve slupce. [7] Během zrání hroznů dochází ke zpomalení nárůstu cukrů v bobulích. [14] Glukóza a fruktóza patřící do skupiny hexóz jsou během kvašení (etanolové fermentace) metabolizovány kvasinkami rodu *Saccharomyces*, za vzniku buněčné energie, alkoholu (etanolu) a oxidu uhličitého, jakožto vedlejšího produktu. [11]

1.2.4 Oxid siřičitý

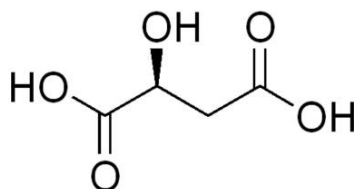
Oxid siřičitý je považován za nejstarší a nejvíce používaný antimikrobiální a konzervační prostředek. Kromě antimikrobiální a konzervačních vlastností vykazuje rovněž silné antioxidační vlastnosti. [7] Oxid siřičitý štiplavě páchne, je bezbarvý a patří mezi jedovaté plyny. Síra má ve víně mimo jiné i stabilizační účinky. [15] Ve víně se sloučenina SO_2 nachází ve dvou formách, a to jako volný a vázaný oxid siřičitý. Volný oxid siřičitý neboli jeho molekulární forma vykazuje nejvyšší antimikrobiální vlastnosti než jakákoliv jeho další forma. [16] Síra je zdravotně nezávadná, pokud její běžné množství ve víně, ve volné formě, je do 50 mg/l vína, toto množství představuje prahovou schopnost většiny osob čichem rozeznat volný oxid siřičitý ve víně. Pokud jsou její koncentrace vysoké, pak může po konzumaci ošetřeného vína dojít k bolestem hlavy. Pokud je SO_2 ve víně přítomen, musí být tato informace uvedena na etiketě.

1. Volný SO_2 – mezi jeho hlavní funkce patří konzervace vína, kdy se sloučenina váže na mikroorganismy ve víně, zamezuje tak jejich množení a tím brání rozkladu vína. Další je funkce antioxidační, kdy SO_2 na sebe váže rozpuštěný kyslík ve víně, a tak zabraňuje jeho oxidaci.
2. Veškerý SO_2 – představuje součet hodnot dvou zmíněných forem (volného a vázaného) oxidu siřičitého. Vázaný oxid siřičitý, který vzniká navázáním

volné formy SO_2 na rozpuštěné látky ve víně, nevykazuje žádné konzervační ani antimikrobiální účinky. [15]

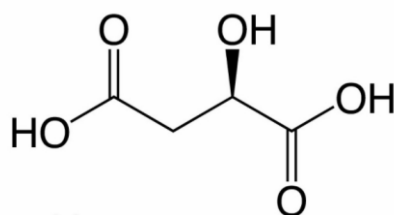
1.2.5 Kyseliny

Hlavní organické kyseliny obsaženy v bobulích révy vinné jsou především kyselina vinná, jablečná a citronová. Tyto kyseliny nevíce ovlivňují chuťové vlastnosti bobulí a vína. Nejsilnější kyselinou v hroznech zodpovídající za kyselou až ostře kyselou chuť je kyselina vinná. Její množství se v hroznech pohybuje okolo 5 až 10 g/l, při vyšší hodnotách způsobuje ve víně zmiňovanou ostře kyselou chuť. Ve víně se reakcí kyseliny vinné s draselnými ionty může tvořit vinný kámen – krystalický zákal na dně láhve vína. Nejedná se o žádný problém, který by měl snižovat kvalitu vína. Jde o přirozený proces, který k vínu odjakživa patří. [1]



Obrázek 1 Kyselina vinná [17]

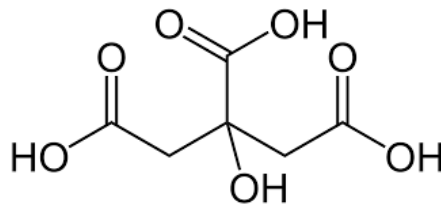
Víno vyrobené z méně vyztřálých hroznů může obsahovat více kyseliny jablečné a její množství ve víně se pohybuje do 5 g/l. Ve vyztřálých hroznech je její obsah znatelně nižší, neboť čím více jsou hrozny ztlalé, tím méně kyseliny jablečné obsahují. [11] Kyselina jablečná dávlá hroznlům a vínu hrubou, ostřejší chuť s neztlalými tóny.



Obrázek 2 Kyselina jablečná [18]

V minimálním množství (0,1 – 0,3 g/l) je v hroznech a ve víně je zastoupena kyselina citronová, která vínu dodává svěží chuť. [1] Menší množství kyseliny ve víně může být způsobeno rozkladem kyseliny bakteriemi mléčného kvašení, kdy produktem rozkladného procesu je diacetyl způsobující máselnou pachut. Pro zabránění rozkladu kyseliny se doporučuje přidávat oxid siřičitý, díky němuž se během ležení vína kyselina zvolna vytlácí.

Kyselina citrónová váže trojmocné železo za vzniku rozpustné sloučeniny. Může být tedy použita za účelem ošetření vína proti železným zákalům. [11]



Obrázek 3 Kyselina citrónová [19]

Další kyselina vyskytující se v bobulích révy vinné a víně je kyselina glukonová, která indikuje napadení hroznů hnilobami, dále pak kyselina jantarová a kyselina mléčná, která vzniká ve víně jako produkt jablečno-mléčné fermentace. [1]

1.2.6 Minerální a fenolické látky

Minerální látky jsou pro růst révy vinné klíčové. Jejich množství musí být ale vyvážené, neboť nadměrném množství způsobuje velkou vegetativní sílu révy vinné a naopak při nedostatku zase nedostatečný růst. Čtyři základní prvky jako je uhlík, vodík, kyslík a dusík, tvoří cca 97 % biomasy rostliny. [13] Obsah minerálních látek v bobulích révy vinné ovlivňuje kvalitu moštu a vína, kdy minerální látky jsou zodpovědné za extrakt ve víně. Extrakt ve víně představuje termín, který se používá při nutné chemické analýze, potřebné pro zařídování u státní zemědělské a potravinářské inspekce (SZPI). Extrakt dělá víno jeho „tělo“ nebo jinak řečeno „robustnost“ vína. Extraktem jsou látky, které zůstaly ve víně po odpaření vody a jiných těkavých látek. Jsou to zejména kyseliny, glycerol, cukry, minerální látky, bílkoviny, barviva a jiné. [20] Minerální látky ovlivňují mimo jiné i organoleptické vlastnosti vína a jeho koloidní stabilitu. Důležité prvky pro buněčný metabolismus a úspěšnou fermentaci moštu jsou draslík, hořčík, sodík a vápník, také ale fosfor, který je využíván kvasinkami v první fázi fermentace a je spolu s dusíkem nezbytný pro jejich růst. [13; 21]

Látky fenolické povahy obsahují alespoň jednu hydroxylovou skupinu přímo navázanou na aromatické jádro. Fenolické látky ve víně mají vliv na organoleptické vlastnosti, jako je vzhled, chuť a vůně a dále také na plnost vín. [13] Působí bakteriocidně a jsou považovány za silné antioxidanty, tudíž vykazují pozitivní vliv na zdraví konzumenta. Do moštu se fenolické sloučeniny dostávají extrakcí během vinifikace hroznů a také vyluhováním z dřevěných sudů. Mimo jiné jsou fenolické látky zodpovědné za barvu vín, kdy například v hroznech modrých odrůd jsou přítomny především antokyanová barviva, která zapříčiňují

fialovočervené zbarvení vín. [10; 13] Mezi další zástupce této skupiny se řadí taniny neboli třísloviny, které se přirozeně nacházejí v semenech a slupkách bobulí nebo ve dřevěch sudů. Mají vliv na chuť a vytváří tak svíravý až vysušený a drsný chuťový vjem v ústech. [13; 21] Stilbeny patří mezi minoritní skupinu fenolových látek a nacházejí se v hroznech a víně. Mají výrazné antimikrobiální vlastnosti, a tak se podílejí na rezistenci hroznů vůči škodlivým plísním. Nejvýznamnější sloučeninou řadící se mezi stilbeny je resveratrol – antioxidant, jenž má pozitivní účinky vůči kardiovaskulárnímu onemocnění.

1.2.7 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky se ve víně vyskytují spíše v malém množství. [13] Zahrnují hlavně bílkoviny, polypeptidy, aminokyseliny a jejich amonné ionty. Na množství a složení těchto látek ve víně je závislá kvalita fermentace a také kvalita samotného vína, jelikož dusíkaté látky, jsou látky důležité pro výživu kvasinek, ve víně pak ovlivňují tvorbu aromat. Kvasinky získávají dusík z moštu a potřebují jej zejména pro jejich růst. Transport aminokyselin a jejich iontů do kvasinek je zajištěn specifickými přenašeči permeázami. Pokud je v moštu nedostatek asimilovaného dusíku, tudíž pro kvasinky není vytvořeno ideální prostředí pro jejich růst, tak dochází k tomu, že fermentace probíhá pomaleji a neúplně. Nejlepší zdroj dusíku pro kvasinky představují amidy karboxylových kyselin, glutamin a asparagin, důležité jsou také vitaminy thiamin (vitamin B₁) a biotin (vitamin H). [22]

1.2.8 Aromatické látky

Jako aromatické látky se označují heterogenní směsi těkavých organických sloučenin vznikající přirozenou látkovou výměnou během zrání plodů. Aromatické látky představují významnou složku ovoce, protože ovoci dávají charakteristickou vůni a z části i chuť. Z chemického hlediska se jedná o alkoholy, terpeny, estery, karbonylové sloučeniny, aminy, nižší mastné kyseliny a sírné sloučeniny. Ve vodě jsou aromatické látky málo rozpustné a z tohoto důvodu se označují jako éterické oleje. [7] Aromatické látky se mohou vyskytovat ve dvou formách, a to ve formě vázané nebo volné. Aromatický profil hroznů a následně také vín se vytváří vzájemným působením aromatických látek, jenž v hroznech révy vinné vytváří tzv. primární aroma. Primární aroma je u jednotlivých odrůd odlišné. [23] Monoterpeny představují základní skupinu aromatických látek u hroznů bílých odrůd a dávají typické aroma muškátovým odrůdám. Methoxypyraziny, pro které jsou charakteristické travnaté tóny se nacházejí u odrůd Sauvignon. [21] Při fermentaci se může vyvíjet sekundární aroma, díky kterému pak ve víně vznikají nové aromatické látky.

Aromatické látky vázané na cukry mohou za pomoci β -glykosidázy odštěpit kvasinky, čímž se stanou senzory aktivní (vnímatelné). Například kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, které jsou využívány pro fermentaci vína, produkují z monoterpenových látek linalool a citronelol. Tyto aromatické sloučeniny mají vliv na vůni mladých vín. Kvasinky rodu *Brettanomyces sp.* Vytvářejí aromatické látky, jenž se vyskytují v červených vínech. [11]

1.3 Vinařské oblasti Čech a Moravy

V České republice se nacházejí dvě vinařské oblasti, které jsou děleny vinařským zákonem č. 321/2004 Sb. na oblast Čech a Moravy. [8]

Vinařská oblast Čech je menší než moravská a je tvořena podoblastmi litoměřickou a mělnickou. Moravská oblast se skládá ze čtyř podoblastí, kterými jsou znojemská, mikulovská, velkopavlovická a slovácká podoblast. [24]



Obrázek 4 Mapa vinařských oblastí Čech a Moravy [24]

1.3.1 Vinařská oblast Čechy

Vinařská oblast Čechy se řadí k nejsevernějším vyvýšeninám evropského vinohradnictví. Dříve se vinná réva v Čechách pěstovala na rozsáhlém území, ze kterého jsou nyní pouze malé vinařské ostrůvky. [25]

1.3.1.1 Vinařská podoblast mělnická

Vinařská podoblast mělnická kromě samotného města Mělník a jeho okolí zahrnuje také drobné vinice v Praze, vinice kolem Kutné Hory, Benátek nad Jizerou apod. Tato podoblast se rozkládá na cca 300 ha. [1] Pro viniční tratě této podoblasti jsou charakteristické půdy s

vápenatým podložím nebo se štěrkopískovým náplavem. Lehčí a záhřevné půdy poskytují příznivé podmínky pro pěstování jak bílých, tak i modrých odrůd.

1.3.1.2 Vinařská podoblast litoměřická

Litoměřická vinařská podoblast zahrnuje vinice Litoměřic, Mostu, Loun, Chomutova, Ústí nad Labem a její rozloha činí 250 ha. [24] Převažují zde vulkanické horniny, čediče a znělce, ve spodních částech svahů se nachází vápenité podloží, pískovcové usazeniny a opuky. Litoměřická podoblast představuje nejmenší podoblast České republiky. [26]

1.3.2 Vinařská oblast Morava

Vinařská oblast Morava se rozkládá od jižního cípu Moravy až po polohy na západ od Brna. Oblast Moravy je nejbohatší na počet vinic. Na území Moravy se nachází až 96 % vinic registrovaných v České republice a rozlohou tvoří cca 17 450 ha. Oblast Moravy je pro svůj terroir a své klimatické podmínky typická pro výrobu a produkci bílých vín, pro které je v chuti charakteristická svěží kyselina. Odrůdy bílých vín se v této oblasti pěstují cca z 66 %, modré odrůdy představují zbylých 34 %. Vinařská oblast Moravy se rozkládá na 4 podoblasti, kterými jsou oblast mikulovská, slovácká, velkopavlovická a oblast znojemská. [27]



Obrázek 5 Vinařská oblast Morava [27]

1.3.2.1 Vinařská podoblast mikulovská

Vinařská podoblast mikulovská zahrnuje třicet vinařských obcí, mezi ty nejznámější patří Mikulov, Lednice, Pasohlávky, Pavlov, Dolní a Horní Věstonice a jiné. [28] Pro mikulovskou podoblast je charakteristický vápencový masiv Pavlovských vrchů. V půdě dominuje hlavně vápník, a naopak v nedostatku je draslík, hořčík, fosfor. [29] Nejvíce

pěstované odrůdy této podoblasti je Müller Thurgau, Veltlínské zelené, Neuburské, Sylvánské zelené a z modrých odrůd Svatovavřínecké a Frankovka. Dobrou kvalitu mají také vína z odrůd jako Rulandské bílé a Chardonnay a daří se také odrůdám Pálavy, Tramínu červeného a odrůdě Aurelius. [30]

1.3.2.2 Vinařská podoblast slovácká

Vinařská podoblast slovácká se skládá z vinařských oblastí mutěnická, kyjovská, bzenecká, strážnická, uhersko – hradištská a oblast Podluží. Slovácko se nachází na jihovýchodní Moravě, na jihu Slovácka se rozkládá krajina Podluží. Větší část vinařských obcí je situována podél řeky Moravy, kde vanou ochlazující větry ze severovýchodu. [31] Nejvíce se daří odrůdám bílým, kdy 66 % tvoří plochy osázené bílými moštovými odrůdami. Mezi nejvíce pěstované odrůdy patří Müller Thurgau, Ryzlink rýnský, Veltlínské zelené, Rulandské bílé, z červených odrůd pak Frankovka a Cabernet Moravia. [30]

Bzenecká vinařská oblast

Pro bzeneckou oblast je charakteristická půda s pestrými jíly, štěrkem a písčky. Jedná se o druhou nejmenší vinařskou oblast na Moravě, kdy rozloha této oblasti činí cca 365 ha. Mezi obce bzenecké vinařské oblasti patří: Ořechov, Domanín, Bzenec, Polešovice, Syrovín a Vracov. Nejvíce pěstovanými odrůdami jsou: Ryzlink rýnský, Rulandské bílé, Veltlínské zelené, Frankovka a Svatovavřínecké. Typické víno pro tuto oblast je tzv. „Bzenecká lipka“, která se vyrábí z odrůdy Ryzlink rýnský. [32]

1.3.2.3 Vinařská podoblast velkopavlovická

Velkopavlovická vinařská podoblast, patřící k nejslunnějším a nejteplejším místům České republiky, se rozkládá na ploše více než 4700 ha. V této podoblasti je velká rozmanitost půd od písčivých a jílovitých, na kterých se pěstují červené odrůdy, až po písčité, na kterých se daří aromatickým odrůdám jako je Pálava nebo Tramín červený. [33] Významnými centry velkopavlovické oblasti jsou hlavně Velké Bílovice, Velké Pavlovice, Hustopeče, Kobylí nebo Čejkovice. [34]

1.3.2.4 Vinařská podoblast znojemská

Vinařská podoblast znojemská zahrnuje cca 3800 ha vinic. Znojemská oblast leží v dešťovém sítu Českomoravské vrchoviny. Je tvořena prahorními útvary, kdy výběžky těchto útvarů daly vzniknout kamenitým půdám, na kterých se nejvíce daří bílým odrůdám.

Podoblast se tedy pyšní především bílými aromatickými víny odrůd jako je Sauvignon, Ryzlink rýnský, Veltlínské zelené, Rulandské šedé či Pálava. [35; 30]

1.4 Odrůdy révy vinné

Ve Státní odrůdové knize České republiky je v současné době zapsáno 56 moštových odrůd révy vinné. Aby tyto odrůdy prošly registrací, byly podrobeny náročným zkoušením pěstitelských a enologických vlastností. Takové zkoušení by mělo určit, zda je daná odrůda vhodná pro pěstování v našich vinařských oblastech.

Ve vinohradnictví se rozlišují odrůdy bílé, modré a méně známé tzv. barvířky. Bobule bílých odrůd révy vinné jsou zbarveny do žluta, zelena, zeleno-žluta, žlutě-zelena, či do zlatavé barvy. Mohou být také růžové nebo červené, jako například známá odrůda Tramín červený, kdy tato odrůda má sice bobule zbarvené do červena, ale vyrábí se z ní víno bílé. Modré odrůdy mají bobule zbarvené do modra, modro-fialova až černá. Slupky modrých odrůd jsou bohaté na antokyanová barviva, která se během macerace uvolňují do moštu. Z modrých odrůd révy vinné lze vyrobit také vína růžová, a dokonce i bílá a to zkrácením délky macerace. Bílá vína vyrobená z červených hroznů, bez jejich nakvašení, se označují termínem „Claret“ nebo česky „Klaret“. Bobule obsahující antokyanová barviva nejenom ve slupce, ale i v jejich dužině se nazývají barvířky. Lisováním jejich hroznů se získává velmi intenzivně červeně zbarvená šťáva, kterou je možné používat také k přibarvování červených vín. [1] Mezi barvířky, které se vyskytují v našich vinařských oblastech patří odrůdy Alibernet, Dornfelder a Neronet. [36]

V této práci jsou popsány ty odrůdy, které byly podrobeny analýzám.

1.4.1 Bílé moštové odrůdy

Veltlínské zelené

Veltlínské zelené, původem z Rakouska, je nejrozšířenější odrůdou pěstovanou na našich vinicích. Vína, dle vyžralosti ročníku, mají svěží chuť s jemně muškátovými tóny, medově lipovou vůni a zelenožluté zbarvení. Organoleptické vlastnosti vína se během jeho zrání mění. Během zrání v láhvích se jako první objevují kořenité tóny bílého pepře, které následně přechází do jemné mandlové chuti se smetanovým tónem. Mladá vína Veltlínu zeleného se hodí ke studeným masům, vyžralá vína pak k masu hovězímu.

Ryzlink rýnský

U odrůdy původem z Německa, vyniká široká škála vůní od ovocných až po minerální, zemité a kořenité. Víno může být plné tónů zralých meruněk, květů lípy či kdoulí, kdy během zrání přechází do tónů petrolejových. Víno má zelenožlutou barvu, která se během zrání mění na zlatavý odstín. Víno je vhodné párovat se studenými předkrmy, k rybám či drůbeži. Sladké výběry Ryzlinku rýnského se hodí k dezertům. [37]

Rulandské šedé

Známe také pod francouzským názvem Pinot gris. Rulandské šedé je odrůda, od jejíž vín se očekává hebkost, ale zároveň plnost a vysoký extrakt. Ve vůni lze cítit medové a pomerančové tóny. Pro typickou chuť a vůni vína odrůdy Pinot gris, je nutné, aby hrozny byly vyzrálé minimálně na stupeň pozdního sběru. [38] Víno je zbarveno do zlatožluté barvy a je pro něj typické vyšší množství alkoholu. Hodí se k hutným a kořeněným pokrmům. Sladké výběry lze kombinovat s dezerty.

Rulandské bílé

Vína této odrůdy jsou velmi harmonická, plná a bohatá na extraktivní látky. Rulandské šedé je zbarveno do zelenožluta a jako mladé víno má květinovou vůni, víno vyzrálé pak vůni červeného ovoce či lískových ořechů. Z odrůdy Rulandské šedé je možné vyrobit výběr z bobulí, ale hodí se také pro tvorbu šumivých vín. Hodí se ke kuřecímu masu, vepřovému masu, uzeným rybám či tvrdým sýrům. [37]

1.4.2 Modré moštové odrůdy

Svatovavřínecké

Odrůda Svatoavřínecké má původ ve Francii. [39] Ve vůni vína jsou cítit sušené švestky a skořice, v chuti vynikají drsnější ovocné tóny. [40] Vína dobrých ročníků této odrůdy mohou zaujmout svou plností. Víno je zbarveno do tmavě červená až fialova. Svatoavřínecké je možné kombinovat ke všedním jídlům a také sýrům intenzivnější chuti, nejvíce se však hodí k tmavému masu. [25]

Zweigeltrebe

Vína odrůdy Zweigeltrebe původem z Rakouska, jsou zbarvena do tmavě granátové barvy a pro jejich aroma je charakteristická kořenito-ovocná vůně. Pro správnou chuť tohoto vína je důležité, aby zrál v dřevěném sudu, kde se zušlechťuje jeho aroma a chuť. Zralá vína

odrůdy Zweigeltrebe pak dominují chutí po ostružinách či višních. Růžová vína se hodí ke grilovaným masitým pokrmům, zralým sýrům nebo také těstovinám. [37]

2 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA

Proces výroby vín zahrnuje základní procesy jako je sběr, odstopkování a drcení hroznů, dále alkoholová fermentace a zrání vína. Při výrobě vín se ale používá daleko více procesů, které mimo jiné zajišťují jeho stabilitu, těmi jsou: macerace, odkalování moštu, úpravy cukernatosti a obsahu kyselin, dále školení vína, které zahrnuje stáčení, síření, číření a filtraci. [41]

2.1 Technologie výroby bílých vín

2.1.1 Sběr hroznů

Načasování doby sběru hroznů představuje pro vinaře velmi důležitý krok, jelikož právě tento krok nejvíce ovlivňuje finální produkt – víno. Zralostí hroznů se postupně snižuje obsah kyselin v hroznu, za to ale množství tříslovin, barvy, glukózy a fruktózy narůstá. [42] Pokud sběr proběhne předčasně, vyrobená vína budou neharmonická, s nižším množstvím extraktu a buketních látek. Nejdůležitější je samozřejmě zdravotní stav hroznů, jelikož poškozené a nahnilé hrozny si vyžadují speciální způsob zpracování. [43; 44] Hrozny se v našich vinařských oblastech sklízí od druhé poloviny srpna až do začátku listopadu. U malovinařů se hrozny sklízí nejčastěji do plastových beden nebo traktorových přivozů. Velkovýrobní víno sklízí za pomoci samojízdného sklízeče, který hrozny během sklizení i odstopkuje.

2.1.2 Zpracování od hroznů po mošt

Proces zpracování hroznů zahrnuje důležité kroky jako je odstopkování, macerace hroznů a lisování rmutu.

2.1.2.1 Odstopkování

Odstopkování probíhá pomocí mlýnkoodzrňovače, kdy jsou bobule odděleny od třapin. Během odstopkování jsou hrozny z násypky vedeny válcem s ostny a za působení odstředivé síly jsou tlačeny na konec ostnů, kde dochází k odtržení bobulí od třapin. Třapiny vypadávají ven a bobule se po propadnutí sítí mačkají. Postup odstopkování se musí provádět velmi důkladně, jelikož tento proces může v případě přítomnosti semen nebo zlomků třapin, ohrozit kvalitu vína. [42]

2.1.2.2 Macerace hroznů

Pro lepší extrakci aromatických látek, které jsou vázány ve slupkách a těsně pod nimi se používá macerace. [23] Macerace z hroznů vytváří rmut a je založena na naležení hroznů po určitou dobu, během které dochází k uvolňování hydrolytických enzymů do rmutu. Hydrolytické enzymy jako pektinázy, glukonázy a jiné, zvyšují tekutost rmutu a také výlisnost hroznů. [42] Hrozny se macerují po dobu 12–24 hodin. [23]

2.1.2.3 Lisování rmutu

Dalším krokem při výrobě vína je lisování rmutu, jehož principem je oddělování tekutého podílu za působení tlaku na lisovaný materiál. [42] Procesem lisování vznikne mošt – vylišaná ovocná šťáva. [45] Nejdříve se lisování provádí pomaleji s nízkým tlakem a to z důvodu odtoku rmutu. Tlak a rychlost lisování se zvyšují až na závěr lisování. [46] Malovinaři používají lisy šroubové či hydrolisy. Velká vinařství používají lisy vertikální hydraulické, pneumatické či horizontální. Horizontální lisy jsou oproti vertikálním výhodnější, jelikož jsou výkonnější a není zde potřeba ručního zásahu při rozrušování celistvého materiálu, který je lisován. Výhoda vertikálních lisů spočívá v šetrném opracování bobulí, kdy mošty obsahují méně kalů. [42]

2.1.3 Úprava moštu před kvašením

2.1.3.1 Odkalení moštu

Důležitým technologickým krokem, který následuje po lisování je odkalení moštu. Mošty, u kterých neproběhlo odkalení, mohou negativně ovlivnit kvalitu vína, a to jak přítomností divoké kvasinkové a bakteriální mikroflóry, tak také tvorbou negativních sirných sloučenin. Neodkalený mošt také zhoršuje následnou filtraci vína. [47]

2.1.3.2 Úprava cukernatosti a obsahu kyselin

Úprava cukernatosti a obsahu kyselin v moštu se provádí za účelem vyrobit chutné a kvalitní víno. Při těchto úpravách je ale velmi důležité dbát na zachování charakteristické chuti dané odrůdy. [48] Cukernatost moštu se měří pomocí speciálních přístrojů jako jsou refraktometry a normalizované moštoměry. [42]

Zvýšení cukernatosti je možné provést pouze jednou metodou, nikoliv jejich kombinací, a to buď přidávkem sacharózy, rektifikovaného moštového koncentrátu či zahuštěného

moštu. [46] U vín kategorizovaných jako jakostní vína s přívlastkem, je národní legislativou zvyšování cukernatosti moštů zakázáno. [42; 8]

Odkyselování moštu je u kyselých ročníků vhodnou metodou. Mošt se odkyseluje teprve tehdy, pokud hodnota acidity je vyšší než 12 g/l, ale nikdy se acidita nesnižuje pod hodnotu 9 g/l. [49] Pro snižování obsahu kyselin lze použít uhličitan vápenatý či hydrogenuhličitan draselný. Odkyselením může víno dosáhnout harmonické chuti a plnosti. Je zde ale možné riziko vzniku vadných tónů nebo změny barvy u červených moštů aj. [46] Je podstatné předem zvážit, zda je nutné v moštu provést tyto změny, neboť jakýkoliv zásah do obsahu kyselin, může mít negativní vliv na stabilitu či charakteristickou chuť vína. Důležité je si hlídat obsah kyselin už v samotném hroznu a neupřednostňovat vysokou cukernatost právě na úkor ztráty jeho přirozené acidity. [42]

2.1.4 Alkoholová fermentace

Alkoholová fermentace představuje anaerobní biochemický proces, při kterém je vylisovaný a odkalený mošt kvasinkami přeměněn na víno. Kvasinky postupně přeměňují cukry (glukózu, fruktózu) na etanol a oxid uhličitý, jenž uniká do okolního prostředí. [42; 50]

Chemická rovnice alkoholového kvašení:



Avšak během alkoholové fermentace kvasinky nepřeměňují pouze cukr na alkohol, ale uvolňuje se i aroma a vznikají nové sloučeniny.

K fermentaci moštu u bílých vín dochází po jeho vylisování, zatím co při výrobě červených vín kvasí rmut (mošt spolu se slupkami), lisování je u červených vín prováděno až po prokvašení rmutu. [42]

Kvašení vín zajišťují kvasinky, jednobuněčné mikroorganismy přirozeně se vyskytující na hroznech, listech či v půdě. V moštu se přirozeně nachází jak ušlechtilé, tak i divoké kvasinky. Pro zdárný proces výroby vína je důležitá převaha kulturních kvasinek rodu *Saccharomyces cerevisiae*. V moštu se ale nachází vyšší počet divokých kvasinek, a to například kvasinky rodu *Candida*, *Hansenula*, *Pichia*. Divoké kvasinky mají na výsledný produkt pozitivní, ale i negativní vliv, jelikož tvoří velké množství kyseliny octové. [51] Před samotným kvašením je možné zabránit rozvoji divokých kvasinek malým přídatkem

oxidu siřičitého. Divoké kvasinky nejsou rezistentní na přítomnost etanolu a při koncentraci vyšší než 4 % jejich činnost ustává. [42; 50]

2.1.4.1 Řízené kvašení

Řízené kvašení je proces, který se uplatňuje při výrobě vína v průběhu jeho kvašení. Při tomto procesu se využívá mnoho opatření, kterými je možné kvašení řídit. Řízené kvašení spočívá ve zpomalení kvašení tak, aby nedocházelo k přehřívání kvasícího moštu a bylo možné kvašení zastavit po dosažení naplánovaného množství zbytkového cukru a alkoholu ve víně. Mezi nástroje, které jsou využívány pro řízené kvašení, patří rychlost zpracování hroznů, a to od samotného sběru, odkalování, zakvácení moštu ušlechtilými kvasinkami, chlazení kvasícího moštu, až po cross-flow filtraci a další.

Řízeným kvašením se vyrábí svěží vína s ovocným projevem, tato vína je vhodné spotřebovat do 2 let od sklizně. [52]

2.1.5 Školení vína a jeho zrání

Školení vína je proces, zahrnující veškeré úkony, které vinař provádí před jeho naplněním do lahví. V tomto procesu se upravují a lehce pozměňují vlastnosti vína, kdy cílem je vytvořit stabilní víno s vysokou kvalitou. Školení vína zahrnuje jeho šetrné síření, čiření, filtraci a jako poslední zrání vína. [53]

2.1.5.1 Stáčení

Cílem stáčení je oddělení vína od usazených kalů, sedimentu kvasinek. Stáčení se může provádět ve dvou fázích. První fáze stáčení se provádí ihned po fermentaci a její načasování je pro kvalitu vína klíčové. Příliš brzké stáčení neumožní biologické odbourání kyseliny jablečné. Pozdní stáčení by ve víně mohlo zanechat pachů kvasinek, což by negativně ovlivnilo kvalitu vína. Druhá fáze stáčení se uskutečňuje ihned po filtraci před naplněním vína do lahví. [54]

2.1.5.2 Šíření – přidavek oxidu siřičitého

V momentě, kdy kvašení skončí, kvasných mikroorganismů ubývá, tak přidavek oxidu siřičitého má za cíl zbrzdit další růst mikrobů, a to jak divokých kvasinek, tak nežádoucích mikroorganismů, jako jsou octové či mléčné bakterie. Po zasyření se mikrobiální flóra stává méně dynamickou, než byla během alkoholové fermentace a populace zbylých mikrobů se tak vyrovnává a stabilizuje. [55] Pokud jsou hrozny zdravé a ve správném stupni zralosti, je

dostačující zasiřít až prokvašený mošt. V opačném případě je dobré šetrně zasiřít hrozny ihned po sběru nebo lisování. Je nutné brát zřetel na možné riziko vzniku sirky a také uvolňování negativních látek z hroznů, což může být způsobeno velkou dávkou oxidu siřičitého a víno tak může být znehodnoceno. Legislativou je oxid siřičitý zařazen na seznam alergenů. Při výrobě naturálních vín či biovín je snaha přidavek oxidu siřičitého, co nejvíce omezit nebo dokonce úplně vynechat. [42]

2.1.5.3 Číření

Číření se řadí mezi základní operace při školení vína a spolu s filtrací slouží k výrobě brilantně čirého vína bez chuťových chyb. [12]

V této fázi výroby vína dochází k odstranění zákalů a sedimentů, které jsou nežádoucí zejména v lahvovaném víně. Odstraněním zákalových částic a sedimentů dochází ke zrychlení samočisticího procesu, což mimo jiné zvyšuje efektivitu filtrace a tím i celkovou stabilitu vína. [42] Při prodeji sudových vín je možné provést pouze číření bez následné filtrace a i tak zajistit dobrou jiskrnost vína. [56] Princip číření je založen na spojení opačně nabitých částic čířidla a látek vyskytujících se ve víně, za vytvoření částic větších rozměrů s následnou sedimentací na dno. [23; 12]

K číření se nejčastěji používají čířicí prostředky jako je bentonit, želatina, křemičitý sol, vaječný bílek nebo kasein. [12] Bentonity představují bobtnatelné jíly, které jsou složeny z oxidů křemíku a hliníku. Váží na sebe bílkoviny, biogenní aminy, enzymy aj. Želatina je rozpustná bílkovina, která je získávána z kostí, kůže či šlach zvířat. Většinou se používá v kombinaci s křemičitým solem. Nejstarším čířicím prostředkem je vaječný bílek. Bílá vína se mimo bentonit nejčastěji číří také kaseinem, jenž umožní odstranění hořké chuti způsobené fenolickými látkami a zjemní chuť vína. [42; 23; 7]

2.1.5.4 Filtrace

Filtrace je obvykle spojena s vyžralým vínem, které je připraveno k lahvování. Tento proces může být uskutečněn i před samotným zráním, s cílem snížit zákal ve víně. Tyto variace v postupu mohou ovlivnit fyzikálně – chemické vlastnosti vína, jako například změny ve vývoji esterů v červeném víně či akumulaci těkavých sloučenin během zrání. [12]

Proces filtrace vína představuje separační techniku, jejíž principem je oddělení pevných částic suspenze od části tekuté, uskutečněné průtokem suspenze přes porézní vrstvu filtračního materiálu. [42] Póry filtračního materiálu mají oproti kalovým částicím menší

velikost, tudíž jsou při průtoku suspenze zachyceny na jejich povrchu. [46] Pro absolutní čistotu, mikrobiální stabilitu a jiskrnost vína je nutné víno filtrovat vícekrát než jednou. [23] Dnešní doba nabízí mnoho způsobů filtrace vína, mezi ty nejpoužívanější patří křemelinová či vložková filtrace, dále sterilní membránová filtrace. Nejnovějším filtračním systémem používaným ve vinařství je cross – flow filtrace. [42]

2.1.5.5 Lahvování

Před procesem lahvování je nezbytné, aby víno bylo jak mikrobiálně, tak chemicko-fyzikálně stabilní, jinak hrozí riziko negativního vývoje vína, které je doprovázeno vznikem bílkovinných zákalů, vinného kamene nebo sekundární fermentace. [7] Středně velká, až velká vinařství využívají pro lahvování moderní, automatizované linky, které jsou opatřeny od zařízení pro vykládání lahví až po etiketovací zařízení, či zařízení detekující plnost lahví. [57] Lahvovací linky mohou být mobilní, kdy lahvování vína poskytují firmy jako službu, tím pro vinaře odpadávat vysoké investice, jako je pronájem strojů či objektu, kde bude lahvování prováděno. Druhým typem linek jsou linky stacionární, které jsou na provoz, jak po stránce technické, tak i finanční, mnohonásobně náročnější. [7]

Linky mobilní i stacionární musí vyhovovat hygienickým normám, zahrnující jejich pravidelnou sanaci a údržbu. [57]

2.2 Technologie výroby červených vín

Výroba kvalitního červeného vína je daleko obtížnější než u vína bílého, a to nejen z hlediska kvality a výnosu hroznů, ale také po stránce zkušeností a vybavenosti vinaře. Hrozny pro výrobu červeného vína musí být zdravé a plně fyziologicky vyztřelé s vysokým obsahem barviv ve slupkách bobulí. [58] Základní rozdíl mezi výrobou červených a bílých vín spočívá v tom, že lisování hroznů se provádí po maceraci, jakmile dojde k vyluhování červených barviv ze slupek hroznů. Zpracování hroznů, procesy zpracování před fermentací či regulace alkoholového kvašení, jsou totožné jako při výrobě bílého vína. [42; 50]

Výroba červeného vína je možná třemi různými technologickými postupy – výroba vína teplou cestou, tj. zahříváním hroznů, výroba karbonickou macerací či výroba se současně probíhajícím alkoholovým kvašením a macerací hroznů.

2.2.1 Teplá cesta

Výroba červeného vína teplou cestou spočívá v zahřívání rmutu na 60 až 80 °C, kdy za působení vyšší teploty dochází k rychlému popraskání buněčných membrán slupek bobulí.

Rychlým popraskáním slupek je tak uvolňování barviv dynamičtější než uvolňování jiných polyfenolů ze semen bobulí. Tímto procesem je možné vyrobit vína o vysoké barevnosti s nižším obsahem taninů.

2.2.2 Karbonická macerace

Při procesu výroby vína karbonickou macerací nedochází k porušení bobulí hroznů. Bobule jsou uloženy v hermeticky uzavřených nádobách a celý proces je tak založen na jejich anaerobním dýchání. Z uzavřených nádob je pomocí oxidu uhličitého vytlačen vzduch, což u neporušených bobulí vyvolá nemikrobiální nitrobuněčné kvašení, při němž dochází k odbourání kyseliny jablečné a ke vzniku řady sensoricky aktivních sloučenin. Hrozny se tzv. karbonicky macerují celý týden, poté se vylisují a k moštu se přidají čisté kultury kvasinek, díky nimž mošt prokvasí. [58] Karbonická macerace umožňuje zrychlit výrobu vína, tudíž se tímto procesem vyrábí mladá vína, která se potřebují dostat na trh ještě na podzim svého ročníku jako například Svatomartinské víno. Vína disponují lehkým charakterem, svěžestí a ovocnou chutí. [59]

2.2.3 Fermentačně – macerační způsob

Fermentačně – macerační způsob je nejrozšířenější způsob výroby červeného vína u nás. Rozhodující úlohu pro uvolňování fenolických sloučenin má teplota prostředí, narůstající koncentrace alkoholu, délka nakvašování a také vzájemný kontakt pevného a tekutého podílu rmutu. Pro optimální vyluhování barviv a dalších polyfenolů ze slupek hroznů a také pro zabránění octění povrchu vytvářeného matolinového klobouku, je nutné pevný podíl rmutu pravidelně a co nejdokonaleji promíchávat s jeho tekutou částí.

Obecně platí, že ani ten nejlepší vinifikátor nebo dodané enzymy nevyrobí dobře vybarvené víno, pokud slupky bobulí hroznů neobsahují barviva v dostatečném množství anebo dokonce pokud jsou barviva zničena plísněmi či hnilobou na hroznech. To platí i pro přídavky taninových preparátů do rmutu, jelikož komerční taniny obsahují jiné typy fenolických sloučenin a ty se neumí zapojit do kondenzačních reakcí polyfenolů a stabilizace barviv. Tyto komerční taninové preparáty tedy zanechávají v červeném víně po dlouho dobu hrubě svíravou chuť. [58]

Teplota vhodná pro kvasné procesy je cca 29 °C a doba trvání 5–10 dnů, dle typu vína. Červená vína, která jsou lehčí a mají menší obsah tříslovin se oddělují od slupek dřívě,

naopak vína s vyšším obsahem tříslovin, u kterých se předpokládá i delší zrání, leží na slupkách až 20–30 dní. [60]

2.2.4 Jablečno-mléčné kvašení

Po maceraci následuje jablečno-mléčná fermentace, která může probíhat spolu s alkoholovým kvašením, avšak lepší variantou je tyto dva procesy kvašení rozdělit. Pro jablečno-mléčnou fermentaci se využívají mléčné bakterie, které se přidávají ve dvou dávkách. První dávka mléčných bakterií se přidává spolu s kvasinkami před začátkem alkoholového kvašení, druhá po jeho ukončení. Při jablečno-mléčném kvašení se bakteriemi odbourává kyselina jablečná, což červenému vínu dává sametově jemný charakter. [46; 23; 61]

2.2.5 Zrání a stárnutí vína

Během stárnutí červeného vína dochází k rozvoji jednotlivých složek chuti, barvy a také vůně vína. Chuť vína se během stárnutí mění na jemnější s menší trpkostí. Barva může od třešňově červené dosahovat až po syté cihlové tóny. U nejstarších vín je možné pozorovat změnu k oranžovým odstínům. Nejenom zmíněné organoleptické vlastnosti se mohou měnit právě v závislosti na působení vnějších faktorů či samotným složením vína. Tyto změny je možné měřit například dle vnějších podmínek, které zahrnují oxidační jevy, čas a teplotu. Způsob, jakým víno stárne, je také ovlivněno jeho fenolovým složením (celkovým množstvím fenolů), poměrem pigmentů taninu a antokyanů, typem taninů. Na stárnoucí potenciál mají vliv také rostlinné a kvasinkové polysacharidy. Antokyany a taniny extrahované ze slupek hroznů jsou součástí různých reakcí, jež produkují celou řadu sloučenin. Do těchto reakcí řadíme degradaci, stabilizaci barvy, modifikaci, polymerizaci taninů či kondenzaci s dalšími složkami. [10]

Zrání je ovlivněno působením oxidačních reakcí (přístupem kyslíku apod.). Záleží také na tom, v jakých typech skladovacích nádob víno zraje, neboť získávání sloučenin při zrání vína v dřevěných sudech, je zkrátka nesrovnatelné se zráním vína ve skleněných lahvích. [62]

Zrání vína v dřevěných sudech je doprovázeno mnoha reakcemi, ve kterých reagují zmiňované fenoly a antokyany. Chuť vína je jemnější, jelikož se během zrání v dřevěných sudech snižuje svíravost. Intenzita barvy se taktéž snižuje a víno dosahuje spíše odstínů

hnědé barvy. Změnu barvy je možné změřit snížením absorbance na 520 nm v pásmu červeném a zvýšením absorbance při 420 nm v pásmu oranžovém až hnědém.

Mladá červená vína získávají barvu z větší části díky monomerním antokyanům. Po uplynutí více jak jednoho roku je alespoň 50 % monomerních antokyanů nahrazeno působením polymerizačních antokyanových pigmentů, jenž jsou méně ovlivněny teplotou, změnami pH či působením oxidu siřičitého. Polymerizační antokyanové pigmenty tedy poskytují větší stabilitu barev. [62]

2.3 Technologie výroby růžových vín

Výroba růžových vín a také jeho konzumace u nás značně roste. Vinaři stále dokonaleji zvládají technologii výroby a také konzumenti v něm objevili svěží, lahodnou chuť a pronikavé ovocné aroma. Nejčastěji se růžové víno vyrábí z odrůd jako je Frankovka, Zweigeltrebe a Svatovavřínecké. Barva růžových vín je velmi rozmanitá – od těch nejsvětějších růžových odstínů přes naoranžovělé až po odstíny jemně červené. Růžová vína lze označit jako „rosé“ či „rose“. Pro vína s chráněným označením původu nebo s chráněným zeměpisným označením, jenž vznikly mísením bílého a červeného vína, toto označení neplatí, nelze je tedy označit jako „rosé“ nikoliv „rose“. Růžové víno vyrobeno společným zpracováním bílých a modrých hroznů nese tradiční označení „Růžák“ [58]

Existují tři technologické postupy, kterými lze růžové víno vyrobit, těmi jsou:

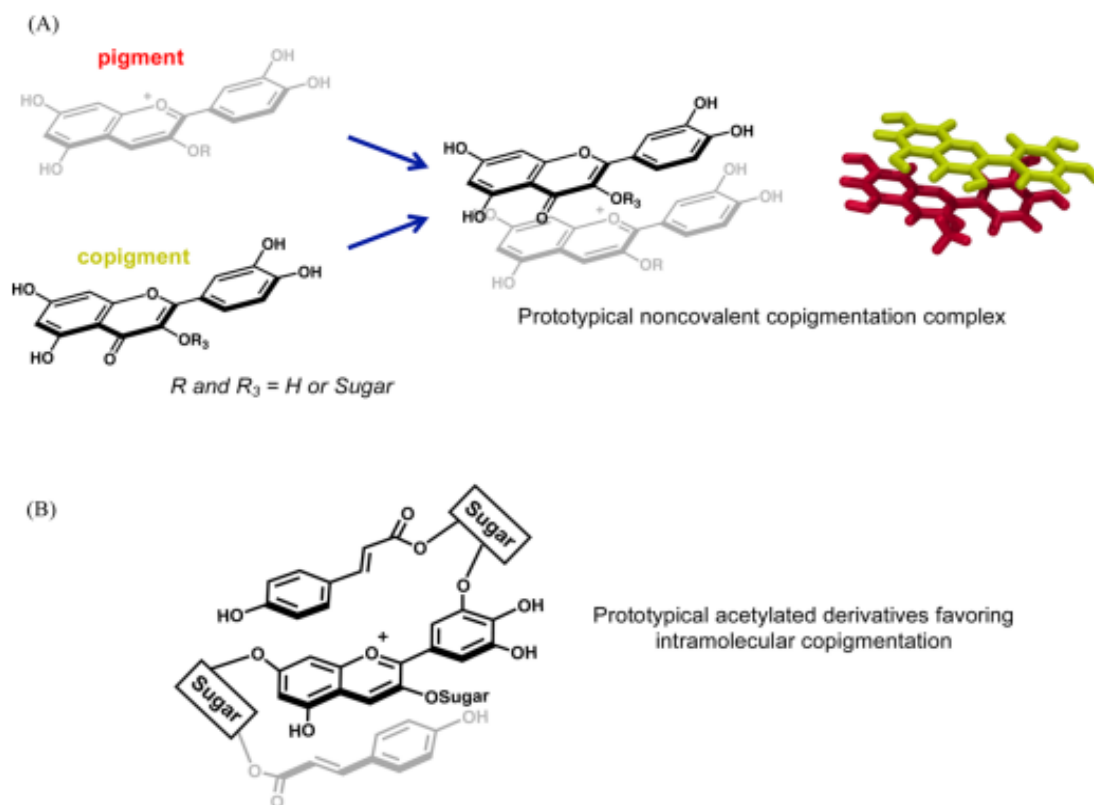
- Přímé lisování – lisování hroznů bez podrcení do požadované intenzity ve škále tmavosti moštu.
- Metoda tzv. krvácení – lisování podrcených modrých hroznů jejich vlastní vahou, taktéž do požadovaného zbarvení moštu
- Krátká macerace – technologický postup podobný výrobě červeného vína. Podrcené hrozny modrých odrůd se ponechají krátce nakvasit. Vinař ukončuje nakvašení tedy, jakmile mošt získá správnou barvu.

Krátká macerace je nejčastějším způsobem výroby růžového vína, využívána v jižních zemích a v posledních letech taktéž ve střední Evropě. [63]

3 PIGMENTACE A KOPIGMENTACE VÍNA

Kopigmentace představuje přírodní proces, který je založen na nekovalentní komplexaci. Jde o hlavní mechanismus stabilizace a modulace barev v ovoci, hlavně v bobulích a v potravinách z nich odvozených, tedy například ve víně. [3] Jedná se zejména o barvu fialovou, červenou a modrou, což napovídá tomu, že kopigmentační jevy se podílejí především na stabilizaci zbarvení antokyanů. [3; 64; 65]

Ke kopigmentačním jevům tedy dochází mezi antokyany (pigmenty) a kopigmenty, zejména fenolovými kyselinami a flavonoidy (viz obr.7), kdy základní úlohou je chránit flavyliový iont před hydratací a vznikem hemiacetalové formy. [66; 67; 68] Je známo, že jiné pigmenty a barviva, tvoří také supramolekulární agregáty, jako například karotenoidní agregáty. [69] Agregace tohoto typu ale nepatří do kopigmentačních jevů, neboť se jedná o vzájemné spojení řízené disperzními interakcemi. [70] Kopigmenty nemají žádnou barvu a mohou jimi být fenolické sloučeniny, ionty kovů, organické kyseliny, polysacharidy či aminokyseliny. [71; 4; 64]



Obrázek 6 Modelové kopigmentační komplexy [3]

Kopigmentace je založena na efektech:

1. Formace π - π komplexu, na které závisí vlastnosti spektrálních molekul. Formace π - π komplexu může způsobit hyperchromní efekt, čímž se zvýší intenzita absorpce a bathochromní posun, který zvyšuje vlnové délky. V tomto případě dochází ke zvýšení absorpčního maxima o 5–20 nm.
2. Stabilizace flavyliového modelu pomocí π komplexu, kdy je rovnováha uzpůsobená tak, že dochází ke zvyšování intenzity červeného zbarvení.

V případě výskytu vyššího množství kovových iontů (Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+}) pro lidský organismus nebezpečných, dochází k reakci s antokyanovými barvivy (kyanidin, petunidin, delfidin), které tyto nežádoucí ionty vychytávají a vytvářejí s kovovými ionty komplexní sloučeniny. [71; 64]

Kopigmentace antokyanů tvoří přes 30 % barvy čerstvě hotového vína. Při jeho skladování převažuje barva polymerních pigmentů, které vznikají mezi antokyany a proantokyanidiny. [72]

Kopigmentace ve víně během alkoholového kvašení může mít několik úloh, a to například zvýšení množství antokyanů ve víně, ke kterému dochází vazbou volných antokyanů do forem kopigmentů, díky čemuž je zadrženo více pigmentů. Další úlohou během fermentace vína může být vliv kopigmentovaných antokyanů, jenž poskytují vysoce intenzivní barvu než ve své volné podobě. [64]

Míra kopigmentačního efektu je závislá především na hodnotě pH, teplotě, druhu, povaze a množství kopigmentu a pigmentu (antokyanů). Barevná intenzita vín je podpořena kopigmentací při pH 2–7, při vyšších hodnotách je kopigmentační efekt inhibován, a tak zaniká. Jak už bylo zmíněno výše, stabilizací flavyniového iontu, který přispívá ke zvýšení intenzity červeného zbarvení, nemusí být nutně docíleno vyšší stability antokyanů, právě vzhledem na množství světla a teploty. Působením vyšších teplot na kopigmentované antokyany dochází k rozkladu komplexu pigmenty – kopigment, což je doprovázeno snížením barevnosti vín, stejně jako u antokyanů bez kopigmentace. [4]

Kopigmentační efekt lze narušit také přidávkem organických rozpouštědel, např. etanolu. Organická rozpouštědla oslabují fyzikální spojení vzniklých kopigmentovaných sloučenin. Během kvašení je možné pozorovat snížení kopigmentačního efektu, právě z důvodu nárůstu množství etanolu. [73; 74]

3.1 Pigmenty a kopigmenty obsažené ve víně

3.1.1 Pigmenty v červených vínech

Majoritní podíl barviv červených odrůd vín tvoří antokyany, jež jsou mimo jiné nejdůležitějšími barvivy cévnatých rostlin. Vyskytují se v hroznech, červeném zelí, v bezinkách apod., jimž poskytují červenou, modrou či fialovou barvu. V hroznech se nacházejí hlavně ve slupkách bobulí a také okrajových vrstvách dužiny. Vynikají svými antioxidačními účinky, zejména při prevenci kardiovaskulárního onemocnění, cukrovky a rakoviny. [73; 71] Antokyany se řadí mezi polyfenolické sloučeniny. [71] Přirozeně vyskytující se antokyany jsou heteroglykosidy, jež se skládají jak z cukerné, tak i z necukerné složky. Necukernou složku tvoří aglykon – antokyanidin. Cukerná složka sestává z pěti hlavních sacharidů, kterými jsou: D – glukóza, L – rhamnóza, D – xylóza, D – galaktóza nebo L – arabinóza. [75] Cukerná složka se na aglykon váže glykosidickou vazbou na pozici C3, C5 nebo C7. Jakmile se sacharid glykosidicky naváže na necukernou složku, tak z aglykonu se stane antokyan. [71]

Mezi hlavní antokyany, které se vyskytují v červeném víně se řadí 3-O-monoglukosidy jako:

- Kyanidin – fialový
- Delfidin – purpurově modrý
- Malvidin – purpurový
- Peonidin – fialový
- Petunidin – purpurově modrý

Ve vínech je obecně nejvíce zastoupen malvidin (malvidin-3-O-glukosid), který tvoří až 90 % všech antokyanů ve víně.

U antokyanů je možná také acetylace například kyselinou octovou, p-kumarovou, šťavelovou, kávovou apod., acetylované antokyany obsahují hrozny odrůd Cabernet Sauvignon. [4; 76; 77]

3.1.2 Pigmenty v bílých vínech

Odrůdy révy vinné je možné rozdělit na dvě skupiny dle přítomnosti či naopak absence antokyanů ve slupkách bobulí. U bílých odrůd není přítomen regulační gen potřebný pro aktivaci biosyntézy antokyanů, z toho důvodu není možné syntetizovat antokyanová

(červená) barviva. Slupky bobulí bílých odrůd jsou bohaté zejména na chlorofyl (A, B) a dále pak na jiná barviva. Čím je hrozen zralejší, tím obsahuje méně chlorofylů, neboť se tato barviva při zrání z hroznu postupně vytrácejí. Avšak nejdéle se udržují ve vnější vrstvě buněk slupky a při lisování se tak dostávají do moštu spolu s karotenoidy včetně xantofylů. Množství těchto barviv je možné v moštech zvýšit, pokud se rozemleté hrozny před samotným lisováním uskladňují po delší dobu a lisují při vysokých tlacích. [78; 79]

Hlavní sloučeniny vyskytující se v bílých vínech jsou flavanoly. Nejdeme je ve formě jak monomerní – katechiny, tak polymerní – proantokyanidiny (taniny). Katechiny a taniny jsou nositeli trpké neboli svíravé chuti v ovoci. Zvýšenou teplotou (zahříváním) a nízkým pH (kyselé prostředí) poskytují antokyany. [4]

Za barevnost bílých vín zodpovídá zejména flavanol (+)-katechin. Dochází zde k reakci (+)-katechinu s aldehydy – glyoxylovou kyselinou, jenž vzniká jako oxidační produkt kyseliny vinné. Reakcí kyseliny glyoxylové s (+)-katechinem vznikne žlutě zbarvený xantyliový kation. [80]

Hnědnutí vín a moštů patří k nečastějším vadám při výrobě vína, zejména u bílých vín. [46] Procesy hnědnutí jsou podpořeny zpracováním poškozených či nahnilých hroznů. Hnědnutí vín má negativní vliv na organoleptické vlastnosti vína. Víno kvůli procesu hnědnutí ztrácí barvu, aroma a chuť, v níž poté převažuje trpkost. [14; 81] Hnědnutí může být enzymatické či neenzymatické.

Enzymatické hnědnutí

Při enzymatickém hnědnutí působí enzymy peroxidázy a polyfenoloxidázy, které oxidují kyselinu kávovou a kaftarovou, za vzniku *o*-chinonových forem těchto kyselin. Vzniklé sloučeniny za přítomnosti oxidačních činidel reagují s dalšími sloučeninami ve víně a zapříčiňují změny intenzity barvy vína. Těmto změnám způsobenými enzymy peroxidázy a polyfenoloxidázy lze předejít ošetřením vína oxidem siřičitým, vyšší koncentrací etanolu či vyčeřením.

Neenzymatické hnědnutí

Během neenzymatického hnědnutí působí železnaté a měďnaté ionty jako katalyzátory. Ty reakcí s katechinem, epikatechinem či kyselinou gallovou, jakožto nejnáchylnějšími sloučeninami vůči enzymatickému hnědnutí, vytvářejí *o*-chinonové formy těchto sloučenin. Vzniklé sloučeniny (chinony) reagují s aminy či fenoly a vytvářejí tak polymerní pigmenty hnědé barvy.

Odstranění

V případě lehce nahnědlé barvy vína stačí víno upravit přidavkem oxidu siřičitého a tím proces hnědnutí zastavit. Jakmile je ale hnědá barva intenzivnější a proces hnědnutí je v pokročilém stádiu a víno mění svoji chuť i aroma, lze tuto vadu napravit velmi těžce. [81] Pro tyto případy se používá ošetření aktivním uhlím, ale nelze počítat se zanechání charakteristické chuti a aroma dané odrůdy vína. U červených vín znehodnocených hnědnutím se pro jeho ošetření používá, jak vyšší množství oxidu siřičitého, tak proces pasterizace, během kterého se vysrážený hnědý pigment rozpustí. [82]

3.1.3 Typy kopigmentů

Existuje více jak deset tisíc různých sloučenin, jež by potenciálně mohly sloužit jako kopigmenty. Z tohoto hlediska je lze klasifikovat do řady odlišných kategorií, což napovídá tomu, že párů pigment – kopigment je opravdu nespočet. Kopigmenty by měly mít rozšířené π -konjugované systémy, upřednostňující π - π interakce a také by měly obsahovat donorové či akceptorové skupiny vodíkových vazeb (OH a C=O).

Kopigmenty mohou zahrnovat také nefenolické látky jako aminokyseliny, alkaloidy, organické kyseliny, polysacharidy nebo nukleotidy. Je známo, že tyto kopigmenty budou mít přirozeně nejnižší účinnost ze všech zmiňovaných typů kopigmentů a doposud není jasné, zda přispívají ke zbarvení antokyanů. [3]

Álvarez, Aleixandre, García, Lizama a Aleixandre-Tudó (2009) uvádějí, že přidavek kofaktorů, jako kyseliny kávové, rutinu, (+)-katechinu a flavanolů, extrahovaných ze slupek či semen bílých hroznů, měl vliv na zvýšení kopigmentační reakce antokyanů, na zvýšení intenzity barvy ve víně, vliv na vyšší podíl antokyanů v barvě vína a také vliv na snížení trpkosti. Zjistili, že flavanoly ze slupek nebo semen hroznů by mohly být slibnými kofaktory pro průmyslové využití, neboť je lze získat přírodní cestou – jako vedlejší vinařské produkty. [72; 83]

3.1.3.1 Flavonoidní fenolické látky

Tabulka 1 Flavonoidní fenolické látky

Flavonoidní fenolické látky	Flavonoly	Myricetin Quercetin Kaempferol Isorhamnetin
	Flavanoly (flavan-3-oly)	Katechin Epikatechin Gallokatechin Epigallokatechin
	Antokyaniny	Malvidin Cyanidin. Delfinidin Petunidin Peonidin

Mezi hlavní přírodní kopigmenty se řadí fenolové kyseliny, flavonoidy a hydrolyzovatelné taniny. Ze skupiny flavonoidů jsou to flavanoly, flavonoly, flavony a také dihydroflavonoly, neboli flavanonoly. Vzhledem k rozšíření π -konjugace flavonolů a flavonů přes jejich tricyklickou strukturu jader, jsou tyto sloučeniny považovány za velmi účinné kopigmenty. Mezi nejúčinnější flavonoidní kopigmenty patří quercetin, kaempferol, isoquercitrin a rutin. [3]

Flavonoidy jsou z chemického hlediska dvě benzenová jádra spojená šestičlenným heterocyklem, jenž obsahuje jeden heteroatom kyslíku. [4]

Antokyaniny, jakožto nejznámější rostlinné pigmenty, lze také zařadit mezi kopigmenty. Interakce dvou antokyanů se považuje za zvláštní případ kopigmentace. Pro reakci je ale nutné, aby se oba reaktanty vyskytovaly ve formě AH^+ , A , nebo A^- . Obecně se ale jedná o méně účinnou kopigmentaci. [3]

3.1.3.2 Neflavonoidní fenolické látky

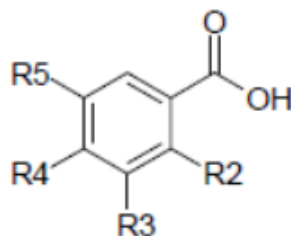
Tabulka 2 Neflavonoidní fenolické látky

Neflavonoidní fenolické látky	Hydroxybenzoové kyseliny	Kyselina gallová Kyselina vanilová Kyselina protocatechová Kyselina syringová
	Hydroxyskořicové kyseliny	Kyselina kávová Kyselina ferulová Kyselina kumarová Kyselina kaftarová
	Stilbeny	Trans-, cis – resveratrol Piceid Piceatannol

Hydroxybenzoové kyseliny

Hydroxybenzoové kyseliny obsahují karboxylovou skupinu, která je vázaná na fenol. [84] V hroznech révy vinné se tyto kyseliny vyskytují ve formě glykosidů, jako sloučeniny s cukry. Z glykosidů je možné, je za přítomnosti alkalické hydrolázy převést na jejich volnou formu, která se vyskytuje zejména u červených vín. [10]

Kyseliny hydroxybenzoové, jako kyselina gallová, vanilová, prokatechová a syringová jsou méně účinnými kopigmenty. Svou účinnost ale mohou zvýšit vazbou na pigment prostřednictvím acylace glykosidové skupiny. [3]



Obrázek 7 Chemický vzorec hydroxybenzoové kyseliny [86]

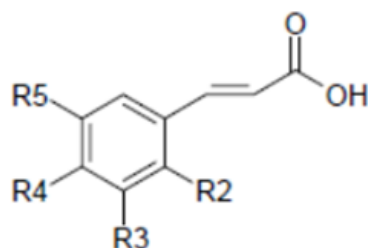
Tabulka 3 Hydroxybenzoové kyseliny vyskytující se ve víně

Kyselina	R2	R3	R4	R5
gallová	H	OH	OH	OH
vanilová	H	OCH ₃	OH	H
prokatechová	H	OH	OH	H
syringová	H	OCH ₃	OH	OCH ₃

Hydroxyskořicové kyseliny

Účinnými kopigmenty jsou také různé hydroxyskořicové kyseliny a jejich deriváty, a to kyselina p-kumarová, kávová, ferulová, dále kyselina sinapová, kaftarová či chlorogenová. [3]

Hydroxyskořicové kyseliny patří mezi hlavní sloučeniny v bílém víně a moštu. Ve formě esterů kyseliny vinné se nachází přímo v dužině bobulí hroznů a ve vakuolách slupky. Snadno podléhají oxidaci a mají tak vliv na hnědnutí bílého vína a moštů, kdy bezbarvé látky přecházejí na žlutě zbarvené. [85]



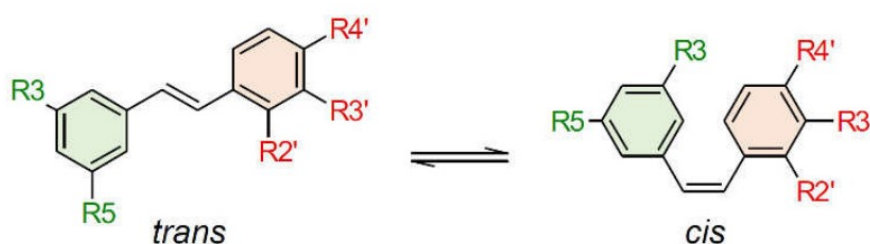
Obrázek 8 Chemický vzorec hydroxybenzoové kyseliny [86]

Tabulka 4 Hydroxyskořicové kyseliny vyskytující se ve víně

Kyselina	R2	R3	R4	R5
kávová	H	OH	OH	H
ferulová	H	OCH ₃	OH	H
p-kumarová	H	H	OH	H

Stilbeny

Stilbeny jsou látky přítomné ve víně, potažmo v hroznech révy vinné a také v dubovém dřevě. Jedná se o komplexní polyfenoly, jež jsou složeny ze dvou benzenových jader spojených ethylenovým nebo vinylenovým uhlovodíkovým zbytkem. Do skupiny stilbenů se řadí *trans*-; *cis*-resveratrol, piceid a piceatannol. [87] Mezi nejvýznamnější stilbeny patří resveratrol. Nachází se ve slupkách bobulí révy vinné, ze kterých je extrahován během fermentace červených vín, kde dosahuje koncentrace 1–3 mg/l. [88]



Obrázek 9 Chemický vzorec *trans*- a *cis*-stilbenů

Tabulka 5 Stilbeny vyskytující se ve víně

Stilben	R3	R5	R2'	R3'	R5'
Resveratrol	OH	OH	H	H	OH
Piceid	OH	OH	H	OH	OH
Piceatannol	OGlu	OH	H	H	OH

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je spektrofotometrická a koloristická charakterizace vín z oblasti Bzenec a také určení jejich fyzikálně-chemických vlastností. Pro dosažení cílů je potřebné popsat jednotlivé metody stanovení a podrobit vzorky vína určeným analýzám. Naměřené hodnoty zpracovat, vyhodnotit spolu s chybami měření, určit reprodukovatelnost měření. Jednotlivé vzorky porovnat vzhledem k jejich statistické odlišnosti metodou ANOVA.

5 POPIS MĚŘENÝCH VZORKŮ VÍN

Vzorky vína vybrané pro zpracování diplomové práce pochází z vinařské oblasti Bzenec a dva vzorky z oblasti Topolné. Základní popis vína jako jeho ročník, odrůda a vinařství, je uveden v tabulkách níže.

Tabulka 6 Popis vybraných vzorků bílých vín

Bílá vína						
Označení vzorku	Odrůda	Ročník	Obsah zbytkového cukru	Přívlastek	Vinařská oblast	Vinařství
RŠ	Rulandské šedé	2016	suché	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec
RB	Rulandské bílé	2017	suché	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec
VZ	Veltlín zelený	2015	suché	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec
RR suché	Ryzlink rýnský	2018	suché	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec
RR polosladké	Ryzlink rýnský	2019	polosladké	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec

Tabulka 7 Popis vybraných vzorků růžových vín

Růžová vína						
Označení vzorku	Odrůda	Ročník	Obsah zbytkového cukru	Přívlastek	Vinařská oblast	Vinařství
ZW rosé	Zweigeltrebe rosé	2019	suché	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec
RR rosé	Rosé ryzlink	2006	suché	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	prof. Ing. Lubomír Lapčík, CSc.

Tabulka 8 Popis vybraných vzorků červených vín

Červená vína					
Označení vzorku	Odrůda	Ročník	Přívlastek	Vinařská oblast	Vinařství
Florian SV	Svatovavřínecké	2015	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství sv. Florian, Bzenec
Poláček SV	Svatovavřínecké	2017	Moravské zemské víno	Oblast Morava - bzenecká	Vinařství Luboš Poláček
Herbarium SV	Svatovavřínecké	2018	Víno s přívlastkem	Oblast Morava podoblast Slovácká	Zámecké vinařství Bzenec
Collection SV	Svatovavřínecké	2019	Víno s přívlastkem, pozdní sběr	Oblast Morava podoblast Slovácká	Zámecké vinařství Bzenec
Chateau Barbora	Svatovavřínecké	2018	Moravské zemské víno	Oblast Morava - Topolná	prof. Ing. Lubomír Lapčík, CSc.

6 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJE

6.1 Chemikálie

- roztok taninu (50 mg taninu v 100 ml roztoku) – SIGMA-ALDRICH, USA
- činidlo Folin – Ciocalteau SIGMA-ALDRICH, USA
- roztok $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (12,5 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ v 100 ml roztoku) – SIGMA-ALDRICH, USA
- kyselina gallová – SIGMA-ALDRICH, USA
- 1,1-Difenyl-2-pikrylhydrazil – SIGMA-ALDRICH, USA
- 0,1 mol.l⁻¹ roztok NaOH (IPL – Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- 20 % roztok $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (IPL – Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- 1 mol.l⁻¹ HCl (IPL – Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- tlumivý roztok pH 1,0 (roztok 0,2 mol.l⁻¹ KCl + 0,2 mol.l⁻¹ HCl)
- metanol – SIGMA-ALDRICH, USA
- HNO_3 – SIGMA-ALDRICH, USA
- H_2O_2 – SIGMA-ALDRICH, USA
- destilovaná voda (připravena v laboratoři FT UTB)

6.2 Přístroje

- spektrofotometr UV/VIS – SÉRIE CE 1000 CECIL
- pH-metr – METTER TOLEDO
- spektrofotometr HunterLab UltraScan PRO
- ICP-MS – hmotnostní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem
- alcoholyzerPlus Anton Paar – ANTON PAAR GmbH, RAKOUSKO
- density meter DMA 4500 Anton Paar – ANTON PAAR GmbH, RAKOUSKO
- high performance digestion systém ETHOS ONE – MILESTONE SRL
- UV/VIS spektrofotometr UVmini – 1240 - SHIMADZU

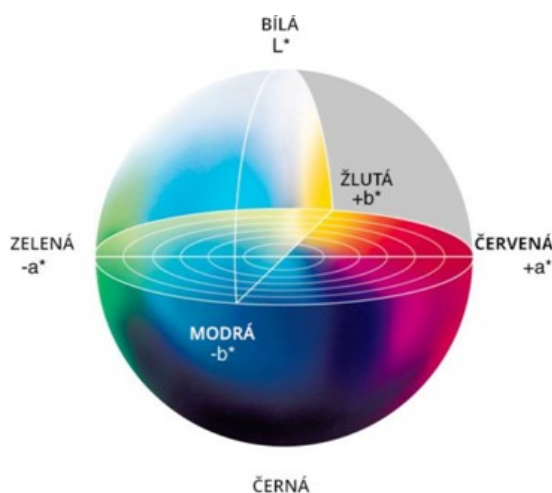
7 METODIKA SPEKTROFOTOMETRICKÝCH A KOLORISTICKÝCH ANALÝZ

7.1 Stanovení trichromatických charakteristik CIE $L^*a^*b^*$

Princip stanovení:

Barvu je možné charakterizovat třemi znaky, či specifickými vlastnostmi vizuálního vjemu. Tyto znaky, či specifické vlastnosti jsou definované souřadnicemi, kdy souřadnice L^* představuje jas, a^* zelenou/ červenou barvu složky, b^* modrou/ žlutou barvu složky.

Pokud je $L^* = 0\%$, jedná se o černou barvu, v případě $L^* = 100\%$ jde o barvu bílou. Pokud je souřadnice $a^* > 0$, vyobrazena je barva červená, v opačném případě ($a^* < 0$) se jedná o barvu zelenou. Souřadnice $b^* > 0$ poukazuje na barvu žlutou, pokud je $b^* < 0$, jde o barvu modrou.



Obrázek 10 Trichromatická charakteristika – souřadnice $L^* a^* b^*$

Postup stanovení:

Nejprve se v 10 mm kyvetě změří standard, čímž je destilovaná voda. Následně se v 10 mm kyvetě změří vzorky vína transmitancí při 380 nm až 780 nm každých 5 nm.

Vyhodnocení:

Pro vyhodnocení je nezbytné, aby byl spektrofotometr UltraScan PRO připojen k počítačovému programu, ze kterého po naměření vzorků získáme výpočet kolorimetrických souřadnic.

Barevný rozdíl mezi jednotlivými barvami je možné zjistit dosazením základních kolorimetrických souřadnic do rovnice: [89; 90; 91]

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Stupnice pro vyhodnocení barevného rozdílu mezi jednotlivými barvami:

Tabulka 9 Vyhodnocení barevného rozdílu mezi jednotlivými barvami [92]

ΔE^*	barevný rozdíl
0,0 - 0,2	neviditelný
0,2 - 0,5	velmi slabý
0,5 - 1,5	slabý
1,5 - 3,0	jasně viditelný
3,0 - 6,0	střední
6,0 - 12,0	výrazný
12,0 - 16,0	velmi výrazný
> 16,0	rušivý

7.2 Stanovení polyfenolických látek UV/VIS spektrofotometrií

Princip stanovení:

Stanovení se uskuteční pomocí spektrofotometru měřícího množství fotonů absorbovaných po průchodu roztokem vzorku. Spektrofotometr umožňuje určit koncentraci chemické látky měřením intenzity detekovaného světla. UV/VIS spektrofotometr používá světlo přes UV spektrum, což je 185-400 nm a viditelný rozsah spektra elektromagnetického záření – 400-700 nm.

Postup stanovení:

Nejprve se vzorky červených a růžových vín naředí destilovanou vodou. Červená vína se pro přesnější detekci ředí v poměru 1 ku 30, růžová vína 1 ku 5. Poté se vzorky změří na spektrofotometru v rozsahu u vlnových délek od 190-900 nm v 10 mm křemelinové kyvetě.

Vyhodnocení:

Z naměřených dat se sestaví grafy a určí absorpční píky jednotlivých vzorků vín.

7.3 Stanovení obsahu antokyaninů, barevné intenzity a odstínu červených vín

Princip stanovení:

Antokyaniny s bisulfidovými ionty tvoří bezbarvé sloučeniny a následně mění absorbanci, která je úměrná koncentraci antokyaninů.

Postup stanovení:

Absorbanci růžových a červených vín lze zaznamenat při 420, 520 a 620 nm, za použití 1,5 nebo 10 mm kyvety, kdy standardem je destilovaná voda. Optická šířka kyvety se volí tak, aby hodnota absorbance byla při 520 nm mezi hodnotami 0,1 – 0,6.

Nejprve se k 1,3 ml vzorku vína přidá 20 µl čerstvě připraveného 20 % roztoku disiřičitanu draselného a po 1 minutě se měří absorbance při vlnové délce rovné 520 nm proti destilované vodě. Dále se do 50 ml odměrné baňky odpipetuje 1 ml vzorku vína a doplní po rysku 1 mol/l roztokem kyseliny chlorovodíkové. Absorbance připraveného roztoku se měří v 10 mm kyvetě po 60 minutách s vlnovou délkou 520 nm. Pokud se v odměrné baňce těsně před měřením vytvoří zákal, je nutné cca 10 ml vzorku přefiltrovat.

Vyhodnocení:

Pro odhadnutí množství polymerních antokyaninů, které jsou k odbarvení méně citlivé se aplikuje násobek 5/3. Barevná intenzita je vyjádřena součtem hodnot absorbance červeného vína při vlnových délkách 420, 520, 620 nm měřeného v 10 mm kyvetě. Do výpočtu se použijí hodnoty absorbance, které jsou přepočítány na 10 mm kyvetu. [89; 90]

Barevná intenzita (tři desetinná místa)

$$I_{10\text{ mm}} = A_{420} + A_{520} + A_{620} \quad (2)$$

Barevný odstín (tři desetinná místa)

$$O = A_{420} / A_{520} \quad (3)$$

Antokyaniny v mg/l (celé číslo)

$$x = 20 \cdot [50 \cdot A_{520}(\text{HCl}) - 5/3 \cdot A_{520}(\text{SO}_2)] \quad (4)$$

7.4 Stanovení barviv v červených vínech**Princip stanovení:**

Obsah barviv v červených vínech se stanovuje spektrofotometrií. Pro měření se používá jako standard (slepý vzorek) heptahydrát síranu kobalnatého - $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$. Hodnota absorpčního maxima roztoku používaného jako standard, je velmi blízká hodnotě absorpčního maxima antokyanových barviv červených vín, pokud pH roztoku je rovno 1.

Postup stanovení:

Nejprve se do 5 odměrných baněk s objemem 25 ml připraví kalibrační řada o koncentracích 10, 20, 30, 40 a 50 mg $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ v 1 ml roztoku s destilovanou vodou. Poté se změří absorbance jednotlivých roztoků při 520 nm v 10 mm kyvetě proti destilované vodě.

Do 50 ml odměrné baňky se odpipetuje 1 ml čirého vzorku vína, přidá se 35 ml roztoku o pH 1,0 (tlumivý roztok) a provede se kontrolní měření hodnoty pH, která musí být rovno 1,0, případně upravujeme hodnotu pH roztokem HCl (1:1) nebo 30 % KOH. Poté se odměrná baňka doplní tlumivým roztokem po rysku. Připravený roztok se ponechá 1 hod ve tmě a poté se pomocí VIS-spektrofotometru změří jeho absorbance. Měření probíhá za stejných podmínek jako u slepého vzorku (520 nm, 1 mm kyveta).

Vyhodnocení:

Pomocí lineární závislosti absorbance na koncentraci barviv $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, jakožto standardu, vyhodnotíme naměřené hodnoty vzorků červených vín. Koncentraci barviv vyjádříme v g/l červeného vína na jedno desetinné místo. [89; 90]

7.5 Stanovení obsahu polyfenolů v červených vínech s činidlem Folin – Ciocalteu

Princip stanovení:

Tato metoda spočívá ve spektrofotometrickém měření barevných produktů, jenž vznikají reakcí hydroxylových skupin fenolových sloučenin s použitým činidlem Folin – Ciocalteu.

Postup stanovení:

Do šesti 50 ml odměrných baněk se odpipetuje 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 ml standardního roztoku kyseliny gallové. Do sedmé 50 ml odměrné baňky se odpipetuje 1 ml zředěného vzorku vína a následně se do všech sedmi baněk přidá cca 20 ml destilované vody a 1 ml činidla Folin – Ciocalteu a celý obsah se promíchá a 3 minuty se nechá stát.

Po uplynulých třech minutách se přidá 5 ml 20 % roztoku Na_2CO_3 a baňky se doplní destilovanou vodou po rysku a opět se nechají stát po dobu 30 minut ve tmě. Po půl hodině se změří v 10 mm kyvetě při vlnové délce 700 nm. Intenzita zbarvení se měří proti slepému pokusu (nulový obsah taninu).

Vyhodnocení:

Naměřené výsledky se vyhodnotí pomocí lineární závislosti absorbance na koncentraci kyseliny gallové a objemu vína, který se použil pro stanovení. Obsah veškerých polyfenolů se vyjádří v desítkách mg taninu v 1000 ml vína. V konečném výsledku je potřebné zohlednit použité ředění. [89; 90]

8 METODIKA DALŠÍCH ANALÝZ

8.1 Stanovení obsahu alkoholu ve víně

Princip stanovení:

Celkový obsah alkoholu ve víně se stanoví přímo pomocí přístroje AlcoholizerPlus za teploty vzorku vína 20 °C. Celkový obsah alkoholu představuje součet množství skutečného alkoholu a možného alkoholu, jenž by mohl vzniknout úplným prokvašením zbytkového cukru na nulu. Nařízení (ES) č. 497/2008 udává nejvyšší možné množství alkoholu do hodnoty 15 % objemových, s výjimkou vín s chráněným označením původu vyrobených bez jakékoliv fortifikace. U vín z určených oblastí ve Společenství, určených speciálním postupem, je tolerován celkový obsah alkoholu do 20 % objemových. [93; 8; 94]

Postup stanovení a vyhodnocení:

Nejprve je nutné cca 25 ml vzorku vína odstředit na laboratorní centrifuze. Poté je důležité kalibrovat přístroj AlcoholizerPlus pomocí 10 % etanolu. Následně se odstředěné vzorky vína převedou do zásobníků pro měření a zahájí se měření. Přístroj automaticky měří celkový obsah alkoholu v obj.%

8.2 Stanovení hustoty vína

Princip stanovení:

Hustota udává podíl hmotnost vzorku k jeho objemu. Veličina hustoty se značí řeckým písmenem ρ s nejčastěji používanou jednotkou $[g \cdot cm^{-3}]$. [95]

Postup stanovení a vyhodnocení:

Hustota vzorků vína se stanoví přímo, stejně jako u stanovení obsahu alkoholu, za pomoci přístroje density meter DMA 4500.

8.3 Stanovení hodnoty pH

Princip stanovení:

Hodnota pH značí záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů, tedy kationtů, které obsahuje vzorek vína. Princip stanovení spočívá v měření potenciálu skleněné elektrody, pojí se s aktivitou vodíkových iontů, vzhledem k elektrodě referenční neboli kalomelové. Pro měření se používá pH-metr.

Postup stanovení a vyhodnocení:

Před vlastním měřením je nutné provést kalibraci pH-metru za použití tlumivých roztoků o známém pH. Poté se odměří 20–50 ml vzorku vína a při laboratorní teplotě se pH metrem měříme hodnotu pH, která se po ustálení zaznamená s přesností na dvě desetinná místa. [90]

8.4 Stanovení veškerých titrovatelných kyselin ve víně**Princip stanovení:**

Veškeré titrovatelné kyseliny zahrnují všechny kyselé sloučeniny, které se titrují alkalickým odměrným roztokem do hodnoty pH 7. Jako titrovatelné kyseliny se berou v úvahu všechny typy kyselin, jak anorganické (např.: kyselina fosforečná), tak organické kyseliny. [10; 96] Organické kyseliny významně ovlivňují stabilitu, složení a také organoleptické vlastnosti vína. Mezi hlavní organické kyseliny révy vinné patří L (-)- kyselina jablečná, kyselina citronová a L (+)- kyselina vinná. [96]

Postup stanovení:

Nejprve je nutné kalibrovat pH-metr při 20 °C za pomoci tlumivého roztoku, který má hodnotu pH 7. Poté se do titrační baňky odpipetuje 10 ml vzorku vína, ke kterému se přidá stejné množství destilované vody. Do připraveného vzorku se ponoří elektroda, která nám umožní změřit pH. Za stálého míchání se titruje 0,1 mol.l⁻¹ roztokem NaOH až do hodnoty, kdy bude pH rovno 7. [90; 89]

Vyhodnocení:

Koncentrace veškerých titrovatelných kyselin ve víně (x) v g.l⁻¹, vyjádřených na jedno desetinné místo, lze vypočítat dle vztahu:

$$x = a \cdot f \cdot 0,75 \quad (5)$$

x ...koncentrace veškerých titrovatelných kyselin v g/l

a ...objem spotřebovaného 0,1 mol.l⁻¹ roztoku NaOH v ml

f ...faktor 0,1 mol.l⁻¹ roztoku NaOH

8.5 Stanovení antioxidační aktivity vín metodou DPPH

Princip stanovení:

Metoda pro stanovení antioxidační aktivity spočívá v reakci testované látky (vzorku vína) s látkou DPPH (1,1-difenyl-2-pikrylhydrazil), jedná se o stabilní volný radiál této látky. DPPH je v metanolovém roztoku v radikálové formě, který vykazuje velmi silnou absorpci ve VIS spektru. Reakce DPPH s antioxidantem se sleduje spektrofotometricky při vlnové délce 515 nm.

Postup stanovení:

Pro vlastní měření vzorků je nutné si připravit zásobní a pracovní roztok DPPH.

Příprava roztoků DPPH:

Důkladně se rozpustí 24 mg DPPH ve 100 ml metanolu. Z tohoto zásobního roztoku se smícháním 10 ml zásobního roztoku s 45 ml metanolu připraví pracovní roztok.

Vlastní měření:

Při vlastním měření vzorků se do každé zkumavky odpipetuje vždy 8,55 ml pracovního roztoku DPPH a 450 μ l vzorku vína. Vzorek se nechá po dobu 60 minut v temnu. Poté se na spektrofotometru proměří jeho absorbance při vlnové délce 515 nm v 10 mm kyvetě.

Vyhodnocení:

Pomocí kalibrační křivky Troloxu, vyobrazující závislost absorbance na koncentraci Troloxu, jakožto standardu, se vyhodnotí naměřené hodnoty antioxidační aktivity vzorků vín. Míra antioxidační aktivity vín se vyjádří v %. [90]

8.6 Stanovení množství železa, fosforu, hořčíku, vápníku a draslíku metodou ICP – MS

Princip stanovení:

Inductively Coupled Plasma, zkráceně ICP, představuje iontový zdroj, jenž převádí neutrální molekuly analytu na nabitě částice (ionty), zajišťuje tedy ionizaci prvků obsažených ve vzorku. Vzniklé ionty jsou vedeny přes interface do hmotnostního analyzátoru (MS), ve kterém dochází k jejich rozdělení dle jejich m/z, detekci a k samotnému vyhodnocení. [97]

Postup stanovení:Mikrovlňný rozklad vzorků

Před vlastním měřením vzorků analytickou metodou ICP – MS je nutné provést jejich úpravu. Při mikrovlňném rozkladu vzorků dochází k rozkladu organických látek, které jsou přítomny ve vzorku.

Do každé mineralizační patry se pomocí pipety převede 0,5 ml vzorku vína a 1 ml redestilované vody. K roztoku vzorku vína a vody se přidá 7 ml HNO₃ a 1 ml H₂O₂. Připravené vzorky se vloží do mikrovlňného systému. Mineralizace probíhá dle předem nastaveného programu, v němž jsou jednotlivé kroky přesně definovány (rychlost náběhu, doba trvání, mikrovlňná energie a chlazení). Po mineralizaci se vzniklý materiál kvantitativně převede do plastových zkumavek a doplní se redestilovanou vodou na objem 25 ml. Takto připravené vzorky je možné měřit analytickou metodou ICP – MS.

Vyhodnocení:

V průběhu měření pomocí metody ICP – MS, se naměřené hodnoty automaticky zaznamenávají do programu v PC. Zaznamenané hodnoty program převede do MS Excelu, hodnoty se z jednotek ppb převedou na mg/l.

9 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DISKUZE

9.1 Stanovení trichromatických charakteristik CIE $L^*a^*b^*$

Hodnoty trichromatických charakteristik CIE $L^*a^*b^*$ byly naměřeny pomocí přístroje HunterLab UltraScan PRO. Byly stanoveny jednotlivé souřadnice L^* ; a^* ; b^* , kdy souřadnice L^* vyjadřuje hodnotu jasu od 0 do 100 %. Hodnota souřadnice a^* udává, zda se ve vzorku vyskytuje barva zelená ($-a^*$) nebo červená ($+a^*$). Souřadnice b^* naopak určuje, jestli se jedná o barvu modrou ($-b^*$) nebo žlutou ($+b^*$) (viz obrázek č. 11). ΔE^* značí barevný rozdíl mezi jednotlivými vzorky.

Tabulka 10 Trichromatická charakteristika vzorků vína

Vzorky vína	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
RR polosladké	33,80	-0,27	1,97	47,49
RR suché	33,60	-0,18	2,60	47,00
VZ	33,82	-0,32	2,06	47,47
RB	33,69	-0,06	2,36	47,07
RŠ	33,78	-0,21	1,99	47,43
ZW rosé	30,07	4,52	2,85	43,68
RR rosé	30,49	2,47	5,63	43,17
Florian SV	24,02	0,99	-0,37	49,34
Poláček SV	24,36	2,41	0,12	47,97
Herbarium SV	23,66	1,25	-0,31	49,20
Collection SV	24,23	2,12	0,08	48,22
Chateau Barbora	24,03	1,01	-0,29	49,27

Z tabulky č. 10 je patrné, že bílá vína měla vyšší jas než vína červená. Jak červená, tak i bílá vína se mezi sebou v jase příliš nelišila. Nejtmavší z červených vín, tedy s nejnižší hodnotou jasu – $L^* = 23,66$, bylo víno Herbarium SV, odrůdy Svatovavřínecké. Růžová vína měla nižší jas než vína bílá. Za nejjasnější z bílých vín lze považovat RR polosladké, odrůdy Ryzlink rýnský a Veltlínské zelené (VZ), tato vína měla také nejnižší hodnotu souřadnice a^* (RR polosladké $a^* = -0,27$; Veltlínské zelené $a^* = -0,32$). Tyto hodnoty značí, že ve vínech se nacházelo nejvíce zelené barvy. Naopak nejvíce červené barvy ($a^* = 4,52$) obsahovalo víno růžové, odrůdy Zweigeltrebe (ZW rosé), které mělo, oproti druhému vzorku vína, větší růžové zabarvení. Z výsledných hodnot lze konstatovat, že se v růžovém víně (ZW rosé) nacházelo více červené barvy než v červených vínech, ve kterých dominuje spíše barva modrá (viz hodnoty souřadnice b^*). Z naměřených hodnoty b^* je patrné, že bílá vína obsahovala více žluté složky ($+b^*$) než vína červená. Nejvíce žlutě zabarvené ($a^* = 5,63$)

bylo víno růžové (RR rosé), které mělo čistě jantarovou barvu. Modrá složka nejvíce dominovala u vína Florian SV, odrůdy Svatovavřínecké ($b^* = -037$).

Tabulka 11 Barevné ΔE^* rozdíly mezi vzorky bílých a růžových vín

Vzorek vína	RR polosladké	RR suché	VZ	RB	RŠ	ZW rosé	RR rosé
RR polosladké							
RR suché	0,49						
VZ	0,03	0,47					
RB	0,42	0,07	0,39				
RŠ	0,06	0,43	0,03	0,36			
ZW rosé	3,81	3,32	3,78	3,39	3,75		
RR rosé	4,32	3,83	4,29	3,90	4,26	0,51	

Barevné znázornění
BxB
RxR
BxR

*rozdíl mezi bílými víny – BxB; mezi růžovými – RxR; mezi bílými a růžovými BxR

Z tabulky č. 11 lze vyčíst, že nejnižší barevný rozdíl ($\Delta E^* = 0,03$) byl mezi odrůdami Veltlínské zelené (VZ) – Ryzlink rýnský (RR polosladké) a tentýž rozdíl byl také mezi odrůdami Rulandské šedé (RŠ) – Veltlínské zelené (VZ), podle tabulky č. 9 jde o nepostřehnutelný rozdíl. Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán mezi vzorky RR rosé – RR polosladké, jelikož se nachází v rozmezí hodnot 3,0-6,0 (dle tabulky č. 9), jde o rozdíl střední.

Tabulka 12 Barevné rozdíly ΔE^* mezi vzorky červených a růžových vín

Vzorek vína	Florian SV	Poláček SV	Herbarium SV	Collection SV	Chateau Barbora
Florian SV					
Poláček SV	1,37				
Herbarium SV	0,14	1,23			
Collection SV	1,12	0,25	0,98		
Chateau Barbora	0,07	1,30	0,07	1,05	
ZW rosé	5,66	4,28	5,52	4,53	5,58
RR rosé	6,17	4,79	6,03	5,04	6,10

Barevné znázornění
ČxČ
ČxR

*rozdíly mezi červenými víny – ČxČ; mezi červenými a růžovými – ČxR

Z tabulky č. 12 je patrné, že největší rozdíl mezi červenými víny byl naměřen u vín Florian SV – Poláček SV, rozdíl dosahuje hodnoty $\Delta E^* = 1,37$, dle tabulky č. 9, jde o slabý rozdíl. Lze tedy určit, že červená vína se v barvě příliš nelišila. Nejvyšší rozdíl (dle tabulky č. 9 – výrazný), byl zaznamenán mezi víny Herbarium SV (červené) – RR rosé (růžové), zde rozdíl dosahoval hodnot $\Delta E^* = 6,17$.

9.2 Stanovení polyfenolických látek UV/VIS spektrofotometrií

Tabulka 13 Absorpční píky vzorků vína

Vzorek vína	Absorpční pík (λ/Δ)						
	190-230 nm	230-280 nm	280-330 nm	330-410 nm	410-500 nm	500-535 nm	535-600 nm
Florian SV	204/3,41	235/2,09 275/1,25	305/0,64	379/0,09		523/0,06	582/0,01
Poláček SV	194/2,57 215/3,42	274/0,61	304/0,40 305/0,07			512/0,004 529/0,04	
Herbarium SV	206/3,19 222/0,52	276/0,50	306/0,49	371/0,06		526,48/0,003 526,487/0,05	
Collection SV	205/3,17 223/0,66	276/0,55	306/0,47	369/0,05		532,58/0,03 532,59/0,02	
Chateau Barbora	204/3,20 229/1,26	275/0,72	301/0,41	407/0,06		530/0,06	595/0,007
RR rosé	207/3,46	231/0,7 275/2,34	327/1,17	347/0,138	484/0,01 484/0,01		
ZW rosé	197/2,30 224/2,74	231/0,4 273/1,75	329/0,71		433/0,04	513/0,02	

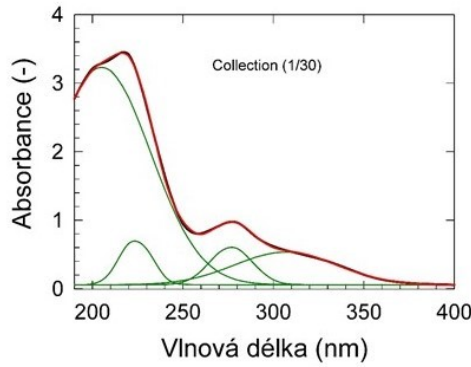
Spektrální charakteristiky vín byly určeny v oblasti 200–700 nm. V UV části spektra 273-276 nm byly detekovány píky odpovídající přítomnosti polyfenolických látek ve vínech. Toto pozorování koresponduje s výsledky studie Aleixandre-Tudo et al. (2018), kteří stanovili absorpční pás při 280 nm, jenž odpovídá UV absorpci hydroxybenzoátů, stilbenů, flavan-3-olů a antokyaninů. [98]

Přítomnost antokyaninů (modro-červených polyfenolických barviv) byla také zaznamenána na základě píky detekovaného v rozmezí 510–540 nm u všech vzorků s výjimkou vína RR rosé. Lze tedy usuzovat, že růžové víno RR rosé mělo ve srovnání s ostatními zkoumanými víny relativně málo antokyanových barviv.

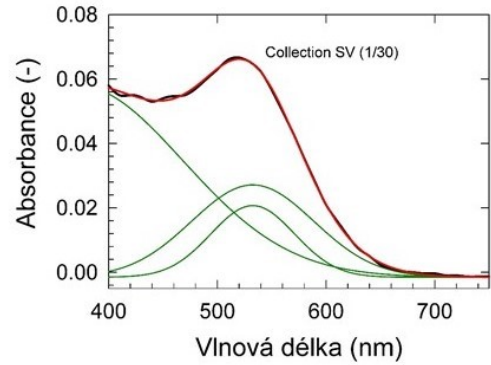
V případě růžových vín (RR rosé a ZW rosé) bylo nalezeno absorpční maximum kolem 320–330 nm. Jak uvádí ve své studii Scano (2021), absorpční maximum při 320 nm odpovídá přítomnosti kyseliny hydroxyskořicové, kterou můžeme u testovaných růžových vín považovat za relativně hojně zastoupenou fenolickou kyselinu. [99]

Absorpční maximum kolem 370–380 nm, detekované pro Florian, Herbarium a Collection, souvisí s přítomností flavanolů, které Sanna et al. (2014) stanovili ve vzorcích vína při 350 nm. Posun ke 370–380 nm, který byl zjištěn v této práci, je pravděpodobně způsoben hydrolyzou glykosylovaných flavanolů na jejich volnou formu, která nastává v průběhu času. [100; 101]

Absorpční píky v širokém rozmezí VIS oblasti 420–650 nm mohou být připsány antokyaninům a taninům (polyfenolickým tríslovinám), které stabilizují a zvyšují barevnou intenzitu zvláště červených vín. [99]

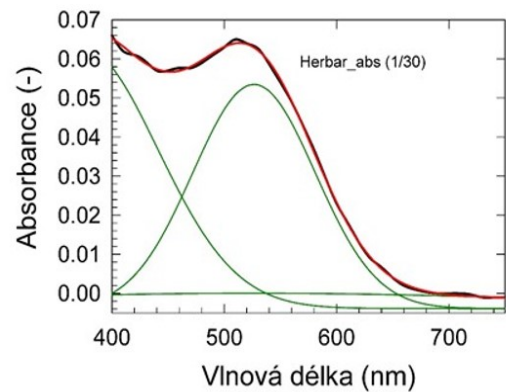
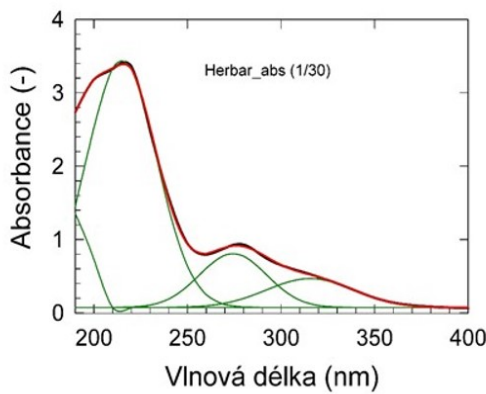


	Area	Center	Width	Height
1	216.3916	205.0712	54.36349	3.17595
2	14.67681	223.87	17.62896	0.66427
3	16.28884	276.6124	23.47214	0.5537
4	33.98606	306.7481	56.67296	0.47848

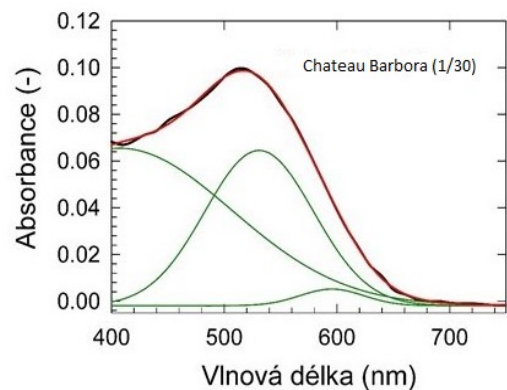
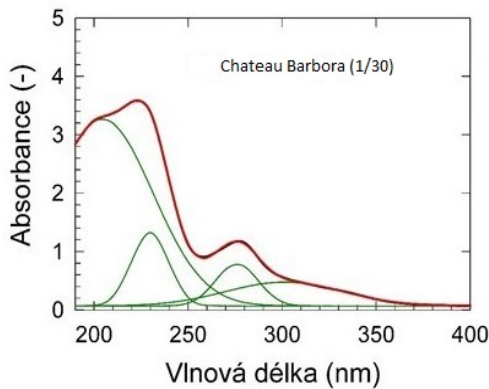


	Area	Center	Width	Height
1	14.75065	369.7956	197.2092	0.05968
2	4.04216	532.5833	112.4406	0.02868
3	2.14456	532.5851	76.79116	0.02228

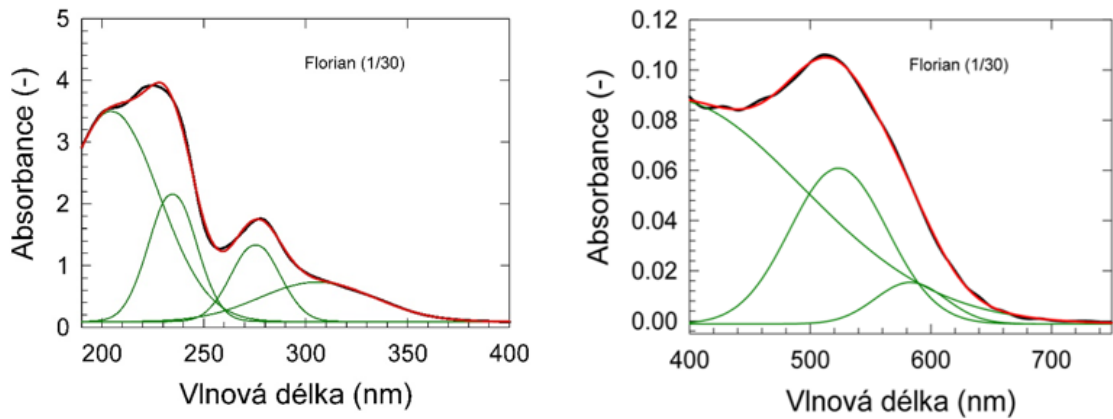
Obrázek 11 Graf numerického modelování s absorpčními píky (Collection SV)



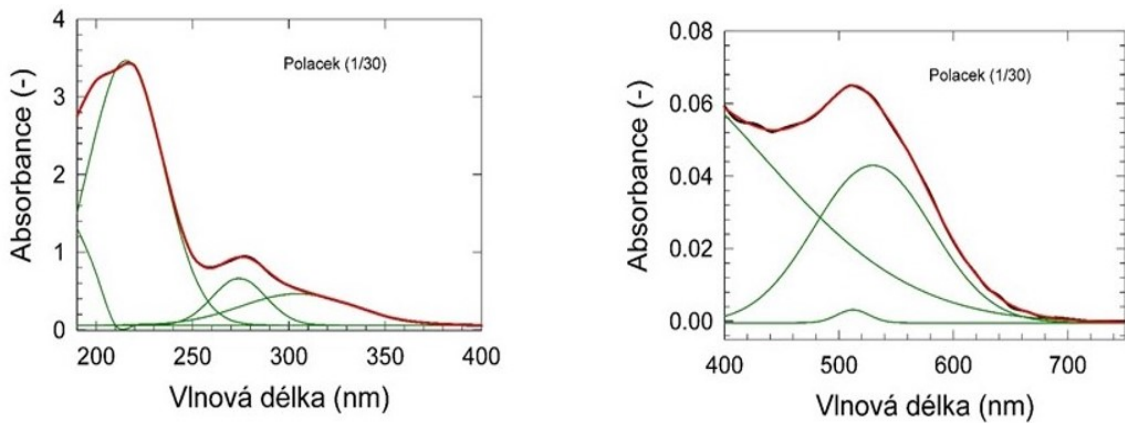
Obrázek 12 Graf numerického modelování (Herbarium SV)



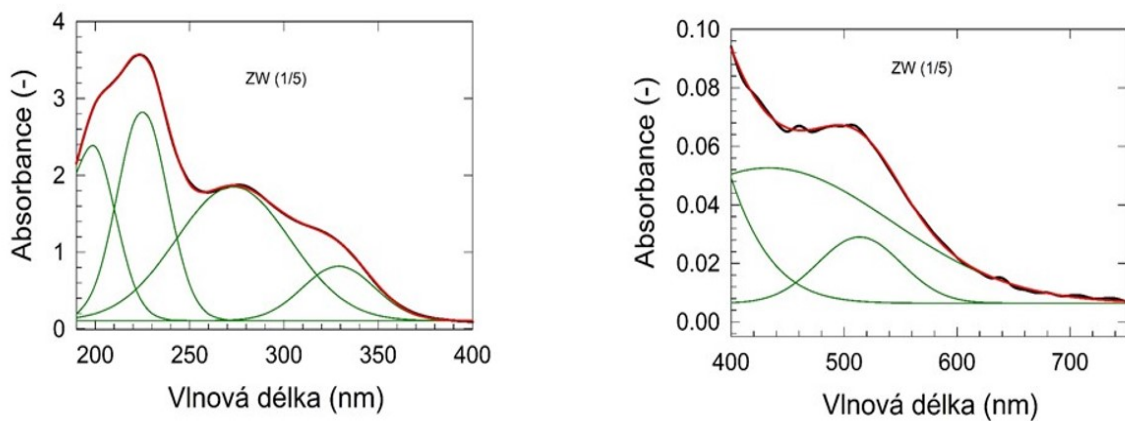
Obrázek 13 Graf numerického modelování (Chateau Barbora)



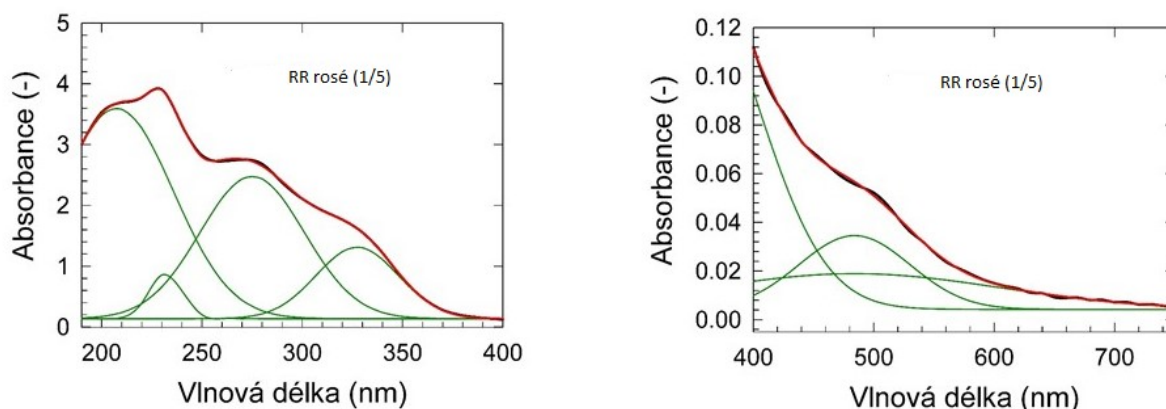
Obrázek 14 Graf numerického modelování (Florian SV)



Obrázek 15 Graf numerického modelování (Poláček SV)



Obrázek 16 Graf numerického modelování (ZW rosé)



Obrázek 17 Graf numerického modelování (RR rosé)

9.3 Stanovení obsahu antokyaninů, barevné intenzity a odstínu červených vín

Tabulka č. 14 vyobrazující naměřené hodnoty absorbance vín při vlnových délkách 420 nm, 520 nm a 620 nm a dále absorbance po přidání $K_2S_2O_5$ a HCl, je důležitá pro výpočet barevné intenzity, barevného odstínu a koncentrace antokyaninů [mg/l].

Tabulka 14 Absorbance vín o různých vlnových délkách a absorbance po přidavku $K_2S_2O_5$ a HCl

Vzorek vína	Absorbance A			$K_2S_2O_5$	HCl
	420 nm	520 nm	620 nm	520 nm	520 nm
Florian SV	0,423	0,503	0,118	0,476	0,103
Poláček SV	0,404	0,492	0,107	0,264	0,086
Herbarium SV	0,504	0,557	0,128	0,281	0,114
Collection SV	0,441	0,557	0,105	0,235	0,153
Chateau Barbora	0,369	0,523	0,143	0,38	0,085
RR rosé	0,429	0,231	0,086	nedetekovaná hodnota	nedetekovaná hodnota
ZW rosé	0,282	0,251	0,033	0,192	0,113

Tabulka 15 Barevná intenzita, barevný odstín a obsah antokyanů

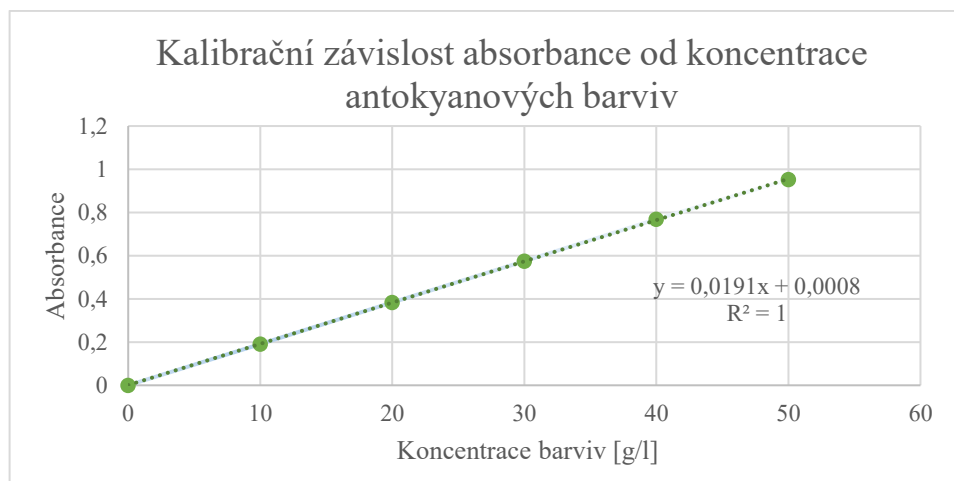
Vzorek vína	Barevná intenzita I	Barevný odstín O	Antokyaniny [mg/l]
Florian SV	1,044	0,841	87
Poláček SV	1,003	0,821	77
Herbarium SV	1,189	0,906	104
Collection SV	1,104	0,792	146
Chateau Barbora	1,035	0,705	73
RR rosé	0,746	1,858	nedetekovaná hodnota
ZW rosé	0,566	1,123	81

Hodnoty barevné intenzity I a barevného odstínu O se mezi červenými víny významně nelišily. Nejvyšší hodnoty barevné intenzity byly naměřeny u vína Herbarium SV odrůdy Svatovavřínecké, kde barevná intenzita dosahovala hodnot 1,189, toto víno mělo velmi intenzivní mahagonové zbarvení. Nejméně barevné intenzity bylo naměřeno u růžového vína ZW rosé, odrůdy Svatovavřínecké. Nejvyšší hodnota barevného odstínu – 1,858, byla naměřena u vína RR rosé, které i po vizuální stránce mělo čisté jantarové zbarvení.

Tabulka č. 15 uvádí také obsah antokyanů v mg/l, který se ve vínech pohyboval od 73–146 mg/l. Nejvíce antokyanů – 146 mg/l, bylo naměřeno ve víně Collection SV, odrůdy Svatovavřínecké, ročník 2019. Oproti tomu nejnižší hodnoty byly naměřeny ve starších vínech ročníků 2015 – 2017, což jsou vína Florian SV – 87 mg/l, Polášek SV – 77 mg/l a Chateau Barbora – 73 mg/l. Nízké hodnoty mohou být ovlivněny stářím vína, kdy obsah volných antokyanů ve víně během několika let značně klesá. Molekuly antokyanů jsou nestabilní, reagují s taniny, čímž vytvářejí stabilní sloučeniny, které ovlivňují barvu starších vín. [102; 103] Obsah antokyanů může být také ovlivněn již při výrobě vína (macerace, lisování, přidavek oxidu siřičitého), dále jej ovlivňuje samotné klima a půdní podmínky při pěstování révy vinné. U vína RR rosé nebylo možné hodnotu antokyanů detekovat, důvodem může být jak už absence růžového zbarvení, stáří vína, tak nepříznivé klimatické podmínky roku 2006.

9.4 Stanovení barviv v červených vínech

Pomocí rovnice kalibrační křivky závislosti absorbance od koncentrace antokyanových barviv byl vypočítán obsah barviv u vzorků červených a růžových vín. Všechny vzorky byly spektrofotometricky měřeny při vlnové délce 520 nm.



Obrázek 18 Kalibrační závislost absorbance od koncentrace antokyanových barviv

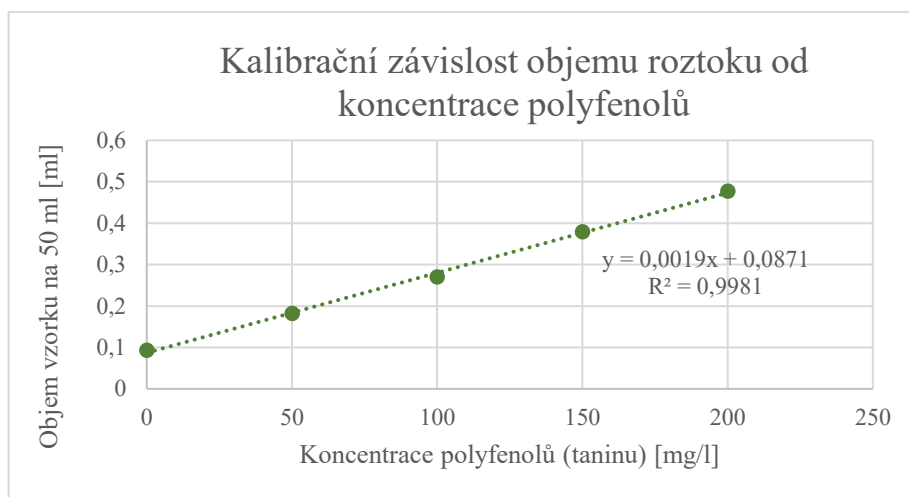
Tabulka 16 Barviva červených vín

Vzorek vína	Červená barviva [g/l]
Florian SV	5,5
Poláček SV	3,4
Herbarium SV	6,0
Collection SV	5,9
Chateau Barbora	3,9
ZW rosé	0,6
RR rosé	0,1

Tabulka č. 14 obsahuje naměřené hodnoty barviv v červených a růžových vínech, jejichž obsah se pohybuje v rozmezí 0,1 – 6,0 g/l. Nejnižší obsah červených barviv byl naměřen u vína Rosé Ryzlink (RR rosé) a to 0,1 g/l, což bylo zjevné i z vizuálního posouzení, kdy víno mělo spíše oranžové zbarvení. Důvodem nízké hodnoty červených barviv je také absence antokyanů, jakožto červených barviv ve víně. Růžové víno odrůdy Zweigeltrebe rosé, jenž mělo intenzivní růžové zbarvení obsahovalo více červených barviv než víno Rosé Ryzlink. Nejvíce červených barviv bylo naměřeno u červeného vína Herbarium odrůdy Svatovavřínecké (Herbarium SV), u něhož byla zaznamenána koncentrace 6,0 g/l. Červené víno s nejvyšším obsahem antokyanových (červených) barviv mělo velmi intenzivní červené zbarvení, což koreluje s vysokými hodnotami při stanovení obsahu antokyanů v mg/l.

9.5 Stanovení obsahu polyfenolů v červených vínech s činidlem Folin – Ciocalteu

Pro měření byla sestrojena kalibrační křivka jako závislost objemu roztoku taninu [ml] na koncentraci polyfenolů (taninu) [ml/l], ze které byly vypočítány koncentrace polyfenolů v červených vínech. Z důvodu vysoké absorpance byla červená vína před svým měřením ředěna v poměru 1:4. Všechna ředění byla zohledněna ve výpočtech.



Obrázek 19 Kalibrační závislost objemu roztoku na koncentraci polyfenolů (taninu)

Tabulka 17 Obsah polyfenolů (jako taninu) ve víně

Vzorek vína	Polyfenoly (jako tanin) [mg/l]
Florian SV	2180
Poláček SV	988
Herbarium SV	1147
Collection SV	1344
Chateau Barbora	5086
RR rosé	668
ZW rosé	858

Množství polyfenolů je ovlivněno hlavně odrůdou révy vinné, dále půdními a klimatickými podmínkami stanoviště a také možným ošetřením révy vinné. [1; 23] V neposlední řadě je obsah polyfenolů významně ovlivněn zpracováním hroznů, zejména macerací a lisováním. S vyšším obsahem polyfenolů ve víně se zvyšuje intenzita červeného zbarvení a také sílí jeho trpkost a pocit svíravé chuti v ústech. U bílých vín, jak už napovídá i jejich zbarvení, je obsah polyfenolů nižší a pohybuje se okolo 150 až 250 mg/l. Kdežto u červených vín může obsah polyfenolů dosahovat až 4500 mg/l. [46]

Z tabulky naměřených hodnot je patrné, že obsah polyfenolů v červených vínech se pohyboval od 668–5086 mg/l. Nejvyšší obsah polyfenolů byl naměřen u vína Chateau Barbora odrůdy Svatovavřínecké. Jedná se o víno s domácí výrobou, které bylo poměrně delší dobu ponecháno „na slupkách“ (macerováno), což značně ovlivňuje množství polyfenolů ve víně. U vína Florian SV, odrůdy Svatovavřínecké s vysokým obsahem polyfenolů – 2180 mg/l, byla taktéž zachována tradiční (domácí) výroba vína. Nejnižší

obsah polyfenolických látek byl naměřen ve víně RR rosé, což mohlo být ovlivněno nepříznivými klimatickými podmínkami v roce 2006.

9.6 Stanovení obsahu alkoholu ve víně

Jak již bylo zmíněno výše, celkový obsah alkoholu představuje součet množství skutečného alkoholu a možného alkoholu, jenž by ještě mohl vzniknout dalším prokvašením zbytkového cukru na nulovou hodnotu. Nařízení (ES) č. 497/2008 o společné organizaci trhu s vínem, udává obsah alkoholu nejvýše 15 % objemových. [8; 94; 93]

Tabulka 18 Obsah alkoholu ve vínech

Vzorek vína	Alkohol [obj. %]
RR polosladké	10,23
RR suché	12,42
VZ	11,78
RB	13,25
RŠ	13,56
ZW rosé	11,12
RR rosé	11,91
Florian SV	13,53
Poláček SV	12,13
Herbarium SV	12,26
Collection SV	11,73
Chateau Barbora	13,95

Z tabulky č. 18 je patrné, že naměřené hodnoty splňují nařízení (ES) č. 479/2008 a žádný ze vzorků nepřekračuje obsah alkoholu 15 % objemových. Nejvyšší obsah alkoholu byl naměřen u vína červeného vína Chateau Barbora, a to 13,95 % obj., což napovídá tomu, že se jedná spíše o těžké víno. Tuto skutečnost potvrzuje i chuťový profil vína. U bílého vína odrůdy Ryzlink rýnský (RR polosladké) byl naměřen nejnižší obsah alkoholu 10,23 % obj. Důvod je takový, že polosladká vína obsahují méně alkoholu než vína suchá, právě v závislosti na kvasných procesech, které jsou u polosladkých vín dříve zastaveny.

Vyšší obsah alkoholu v porovnání se vzorky, byl naměřen také u červeného vína odrůdy Svatovavřínecké (Florian SV), dále u bílých vín odrůdy Rulandské bílé (RB) a Rulandské šedé (RŠ), což bylo opět možné potvrdit i z chuťového profilu vína.

9.7 Stanovení hustoty vína

Hustota vzorků vín byla stanovena pomocí přístroje AlcoholizerPlus firmy Anton Paar při teplotě 20 °C.

Hustotu vína ovlivňuje hned několik faktorů, kterými jsou teplota vzorku, cukernatost vína, či množství alkoholu. Se stoupající teplotou vzorku klesá hustota jeho, což je zapříčiněno zvyšujícím se objemem vzorku (jeho dilatací) v důsledku separace atomů a molekul. Opačném případě, se snižující se teplotou vzorku se zvyšuje jeho hustota. V případě cukernatosti vína je tomu tak, že víno s vyšší cukernatostí bude mít vyšší hustotu. Vyšší obsah alkoholu ve víně pak snižuje jeho hustotu. Z čehož plyne, že hustota suchých vín bude nižší než u vín sladkých. Hustota suchých vín se pohybuje kolem hodnoty 0,9 g/cm³, u sladkých vín kolem 1,03 g/cm³. [104; 105]

Tabulka 19 Hustota vín

Vzorek vína	Hustota [g/cm ³]
RR polosladké	0,9986
RR suché	0,9902
VZ	0,9902
RB	0,9900
RŠ	0,9888
ZW rosé	0,9977
RR rosé	0,9924
Florian SV	0,9918
Poláček SV	0,9913
Herbarium SV	0,9933
Collection SV	0,9935
Chateau Barbora	0,9881

Z tabulky č.19 je zjevné, že hodnota hustoty se mezi jednotlivými vzorky příliš nelišila. Důvodem je, že všechny vzorky vína byly vína suchá, kromě vzorku RR polosladké, u něhož byla naměřena nejvyšší hustota – 0,9986 g/cm³. Nejnižší hustota byla naměřena u vzorku červeného vína Chateau Barbora – 0,9881 g/cm³, u kterého byl rovněž naměřen nejvyšší obsah alkoholu. Naměřené výsledky tedy korelují s výše uvedenými faktory, které ovlivňují hustotu vín.

9.8 Stanovení pH

Hodnota pH moštu a vína je ovlivněna rovnováhou mezi aniontovou formou kyseliny vinné a jablečné a hlavními kationty, mezi které patří draslík. Změna koncentrace některých ze zmíněných faktorů může ovlivňovat hodnotu pH moštu. Například: vyšší koncentrace draslíku má vliv na snížení koncentrace kyselin v moštu a zvýšení hodnoty pH. Vysoké hodnoty koncentrace draslíku mohou ve víně přispívat ke zvýšení pH a to díky vypadávání kyseliny vinné. Pokud je na stanovišti révy vinné dlouhodobě suché počasí, je příjem draslíku z půdy omezen. [106] Dalším aspektem ovlivňujícím hodnotu pH vína, mimo klimatické podmínky, obsah kyselin a minerálů, je druh vína, respektive jeho barva. Červená vína mají hodnotu pH vyšší, což je také spojeno s vyšším obsahem draslíku a celkovou nestabilitou vína. Naopak vína bílá mají pH nižší, jejich odolnost proti růstu bakterií a celková stabilita vína je vyšší. [7] Ve vínech s nižší hodnotou pH dochází ke zvýšení rozpustnosti železa a také ke zvýšení koncentrace volné formy oxidu siřičitého. [105; 9]

Tabulka 20 pH vín

Vzorek vína	pH
RR polosladké	3,17
RR suché	3,33
VZ	3,16
RB	3,36
RŠ	3,39
ZW rosé	3,32
RR rosé	3,22
Florian SV	3,48
Poláček SV	3,56
Herbarium SV	3,78
Collection SV	3,54
Chateau Barbora	3,37

Naměřené hodnoty pH bílých, červených a růžových vín se pohybují v rozmezí 3,16 – 3,78. Bílá vína mají nižší hodnoty pH než vína červená, pohybují se v rozmezí 3,0 – 3,4. Vína červená mají přirozeně vyšší pH a to od 3,5 do hodnoty 3,8. [105]

Tabulka č.20 obsahuje naměřené hodnoty pH. Nejnižší pH 3,16 bylo naměřeno u vína bílého odrůdy Veltlínské zelené, což může být způsobeno časnou sklizní hroznů. Stejně tomu bude i u červeného vína Chateau Barbora, jehož pH bylo naměřeno na hodnotu 3,37, opět kvůli brzké sklizni hroznů révy vinné. U červeného vína Herbarium odrůdy Svatovavřínecké pH dosahovalo nejvyšších hodnot a to 3,78.

9.9 Stanovení titrovatelných kyselin

Při hodnocení kyselin v moštu či víně většinou hovoříme o celkové kyselosti moštu nebo vína, nebo o tzv. titrovatelné kyselosti. Jak už bylo popsáno výše, nejvýznamnější organické kyseliny jsou L (+)- kyselina vinná, L (-)- kyselina jablečná a také kyselina citronová.

Nejsilnější kyselinou v hroznech révy vinné je kyselina vinná, která s sebou nese kyselou a ostrou chuť, jak hroznů, tak i vína. Ani kyselina jablečná nezůstává v chuti stranou, ta do vína přináší „zelenou chuť“ doprovázenou hrubými, nezralými a ostrými tóny. [96]

Velmi důležitým parametrem pro tvorbu aroma a chuti vína je obsah kyselin spolu s hodnotou pH, kdy vyšší obsah titrovatelných kyselin a nižší hodnoty pH v moštu přinášejí do vína květinové aroma. [107]

Množství organických kyselin ve víně je ovlivněno především zralostí hroznů, odrůdou a klimatickými podmínkami na stanovištích. [7; 104; 108] Obsah kyseliny vinné, jak v hroznech, tak následně i ve víně, je vyšší, čím více je hrozen vyzrálejší.

V moštu se množství titrovatelných kyselin pohybuje okolo 5,0 – 8,0 g/l, toto množství je vyšší než u vína, u kterého by množství titrovatelných kyselin mělo dosahovat hodnot 4,0 – 8,0 g/l. Hodnota titrovatelných kyselin vyjadřuje především množství kyseliny vinné, jelikož její část se ukládá jako sůl v procesu fermentace. Pokud víno obsahuje méně jak 4 g/l titrovatelných kyselin, je zde možná spekulace o nelegálním zásahu při výrobě vína. [46; 109]

Tabulka 21 Obsah titrovatelných kyselin ve vínech

Vzorek vína	Obsah kyselin [g/l]
RR polosladké	6,75
RR suché	5,10
VZ	6,30
RB	6,00
RŠ	5,25
ZW rosé	5,85
RR rosé	10,90
Florian SV	8,80
Poláček SV	6,90
Herbarium SV	7,20
Collection SV	8,10
Chateau Barbora	8,80

Tabulka č. 21 obsahuje naměřené hodnoty obsahu titrovatelných kyselin v rozmezí od 5,10 g/l do 10,90 g/l. Nejnižší obsah titrovatelných kyselin byl naměřen u bílého vína

odřůdy Ryzlink rýnský (RR suché), kterého v chuti doprovázela velmi jemná kyselinka. U růžového vína Rosé ryzlink (RR rosé) byl naměřen nejvyšší obsah titrovatelných kyselin a to až 10,90 g/l, což se projevilo na velmi trpké chuti vína.

9.10 Stanovení antioxidační aktivity vín metodou DPPH

Antioxidační aktivita je známkou přítomnosti látek, které pohlcují radikály přítomné ve víně. Antioxidační aktivita je ovlivněna obsahem fenolických látek (polyfenolů) ve víně. [110] Významným ukazatelem antioxidačního potenciálu je také přítomnost taninů a lignanů. Antioxidační účinek zmíněných látek je velmi dobře znám. Vždy záleží na vzájemném působení mezi jednotlivými fenolickými látkami, protože například flavonoidy patří mezi chemicky méně stálé látky, které podléhají polymeraci a tvorbě komplexů s taniny či bílkovinami. Nejvíce fenolických látek se nachází ve slupce bobulí a na kraji dužiny, na kterou přiléhá slupka. [111]

Tabulka 22 Antioxidační aktivita vín

Vzorek vína	Antioxidační aktivita [%]
RR polosladké	90,06
RR suché	88,33
VZ	91,78
RB	89,56
RŠ	89,59
ZW rosé	84,20
RR rosé	84,14
Florian SV	88,33
Poláček SV	90,61
Herbarium SV	89,46
Collection SV	91,43
Chateau Barbora	88,68

Tabulka č.22 udává, že naměřené hodnoty antioxidační aktivity se pohybovaly v rozmezí od 88,33 do 91,78 %. Nejvyšší hodnota byla naměřena u vína odrůdy Veltlínské zelené a to 91,78 %. Z výsledků měření antioxidační aktivity je zjevné, že mezi červenými, růžovými a bílými víny jsou pouze nepatrné rozdíly. Vysoké hodnoty antioxidační aktivity u bílých vín mohly být zapříčiněny delší časovou prodlevou mezi sběrem a lisováním hroznů, kdy mohlo dojít k uvolnění flavanolů ze slupek hroznů do rmutu.

9.11 Stanovení množství železa, fosforu, hořčíku a draslíku metodou

ICP – MS

Hmotnostní spektrometrie neboli ICP-MS s indukčně vázaným plazmatem představuje analytickou metodu, pomocí které lze stanovit obsah stopového množství jednotlivých prvků ve vzorku. [112]

Na koncentraci minerálních látek ve víně má vliv míra srážek, kdy koncentrace látek kolísá v rozmezí 1,8 – 2,8 g/l. V období s menším množstvím srážek a v suchých oblastech je koncentrace minerálních látek nižší. V tomto případě je vhodná úprava minerálním hnojením. Bílé víno obsahuje méně minerálních látek než víno červené. Důvodem je zpracování hroznů, jelikož u červených vín se z pevných částic hroznů při maceraci a nakvašení rmutu uvolňují látky bohaté na minerály. Za nejvíce zastoupené kationty ve víně lze považovat draslík, hořčík a vápník. Za anionty jsou to sírany, fosforečnany, anionty kyseliny křemičité apod. [113]

Tabulka 23 Množství stopových prvků ve vínech

Vzorek vína	Mg [mg/l]	P [mg/l]	K [mg/l]	Ca [mg/l]	Fe [mg/l]
RR polosladké	44,19	5,99	88,73	0,10	0,72
RR suché	45,62	5,43	102,85	0,10	0,44
VZ	57,53	4,42	80,68	0,11	0,78
RB	50,42	4,84	160,51	0,11	0,64
RŠ	38,93	7,03	149,44	0,09	0,63
ZW rosé	42,32	5,48	118,91	0,10	0,89
RR rosé	49,15	6,94	114,81	0,10	1,33
Florian SV	77,71	5,59	131,26	0,10	0,48
Poláček SV	62,63	4,35	106,01	0,09	0,34
Herbarium SV	60,02	7,63	184,82	0,09	1,15
Collection SV	57,53	8,69	173,05	0,10	1,31
Chateau Barbora	38,62	7,79	118,04	0,09	0,96

Hořčík

Obsah hořčíku je ve víně relativně konstantní. Jeho koncentrace během fermentace ani v průběhu stárnutí nijak významně neklesá, jelikož jeho soli jsou ve víně rozpustné a v tom případě nedochází k jejich vyloučení formou sraženiny. Jeho množství se ve vínech pohybuje v rozmezí 10–200 mg/l. [9; 113; 114] Vyšší obsah hořčíku se vyskytuje ve vínech z oblasti velkopavlovické, a to zejména u červených vín. [113]

Z tabulky č. 23 je patrné, že vyšší obsah hořčíku se vyskytuje ve vínech červených. Nejvyšší koncentrace tohoto prvku byla naměřena u červeného vína Florian odrůdy Svatovavřínecké

(Florian Sv) a to 77,71 mg/l, což může značit vysoké srážky v roce 2015, neboť nedostatkem hořčíku trpí nejvíce suché a písčité půdy.

Fosfor

Nejvíce zastoupenými anionty ve víně jsou fosforečnany. Pocházejí z matečních hornin, ale réva vinná je schopna je v menší míře přijmout během hnojení fosforečnými hnojivými. V průběhu fermentace jsou sloučeniny fosforu využívány kvasinkami, ale po ukončení fermentace, jsou vyluhovány zpět do vína (za přítomnosti kvasničného extraktu). Koncentrace sloučenin fosforu se ve vínech vyskytuje v rozmezí od 60–1000 mg/l.

Naměřené hodnoty v tabulce č.23 jsou mnohem nižší než obvyklá koncentrace sloučenin fosforu ve víně. Obsah fosforečnanů v analyzovaných vzorcích vína se pohyboval v rozmezí od 4,3–8,7 mg/l. Důvodem může být odstranění kvasničného extraktu a tím zamezení vyluhování fosforečnanů, které byly kvasinkami využity v průběhu fermentace, zpět do vína. Nejvyšší koncentrace sloučenin fosforu – 8,69 mg/l, byla naměřena u červeného vína Collection odrůdy Svatovavřínecké (Collection SV).

Draslík

Réva vinná přijímá draslík po celou dobu svého růstu, a tak je nejvíce zastoupeným prvkem ve víně, kde se vyskytuje jako vinný kámen (hydrogenvinan draselný) nebo síran draselný. U vinného kamene hrozný riziko tvorby sraženiny, jenž je ovlivněno rostoucí hodnotou pH a nižší teplotou. Jeho nejvyšší množství bývá zejména v červených vínech a v některých suchých bílých vínech. Obvykle se vínech jeho obsah pohybuje od 500 do 2000 mg/l. Draslík zjemňuje chuť vína. [10; 113; 114]

Z tabulky č. 23 je patrné, že naměřené vzorky vína obsahovaly menší množství draslíku, které bylo naměřeno v rozmezí cca od 80–185 mg/l. Nejvyšší hodnota byla naměřena u červeného vína Herbarium odrůdy Svatovavřínecké (Herbarium SV), které bylo i po chuti jemnější než ostatní červená vína. Dále byl naměřen vysoký obsah draslíku u suchých bílých vín odrůd Rulandské šedé (RŠ) a Rulandské bílé (RB), které měly nejjemnější chuť ze všech vzorků vín. Nejnižší koncentraci draslíku - 88,73 mg/l mělo víno odrůdy Ryzlink rýnský polosladký (RR polosladké), což bylo znát i na jeho chuti, která měla velmi kyselé tóny.

Vápník

Vápník se ve vínech vyskytuje v koncentracích 80–200 mg/l. Toto množství je ve víně relativně konstantní. Vysoký obsah vápníku může u révy vinné způsobit žloutenku.

V takovém případě se ve víně tvoří sraženiny vinanu vápenatého. V technologii výroby vína lze koncentraci vápníku ovlivnit přidavky CaCO_3 nebo CaSO_4 . Tabulka č. 23 obsahuje naměřené hodnoty vzorků vín, u kterých se koncentrace vápníku pohybovala v rozmezí od 0,09–0,11 mg/l. Naměřené hodnoty jsou velmi nízké, lze zde spekulovat, že do vín nebyly přidány přípravky CaCO_3 nebo CaSO_4 .

Železo

Železo se vyskytuje ve víně v koncentracích 0,1–20 mg/l. V menším množství slouží jako aktivátor enzymů během alkoholového kvašení. Vyšší množství železa vliv na oxidaci vína. Železo tvoří komplexy s fosforečnany nebo tríslovinami, čímž může být zapříčiněna nestabilita vína a negativní změny organoleptických vlastností vína. Aby nedocházelo k zákalům ve víně, lze vyšší množství železa odstranit čířením. Více železa obsahují červená vína školená v sudech „barrique“. [10; 113; 114] Koncentrace železa u naměřených vzorků vín se pohybovala v rozmezí od 0,34 – 1,33 mg/l. Nejvyšší množství železa bylo naměřeno ve vzorcích vín Rosé ryzlink (RR rosé) - 1,33 mg/l a červeného vína Collection odrůdy Svatovavřínecké (Collection SV) – 1,31 mg/l. Koncentrace obou vzorků byly optimální, a tak nehrozí riziko zákalu a ani zhoršení stability vína. Nejnižší obsah železa byl naměřen u vína Poláček odrůdy Svatovavřínecké (Poláček SV), a to 0,34 mg/l.

10 ANALÝZA ROZPTYLU

Byla provedena analýza rozptylu naměřených hodnot dle statistické metody ANOVA. Měření bylo provedeno dvojnásobným opakováním. Indexy u stanovení obsahu antokyanů (a – f); obsahu barviv v červených vínech (a – g); obsahu polyfenolů (a – g); obsahu alkoholu (a – i); hustoty (a – k); hodnoty pH bílých vín (a – f); pH červených a růžových vín (a – f); obsahu titrovatelných kyselin bílých vín (a – e); obsahu titrovatelných kyselin červených a růžových vín (a – g); antioxidační aktivity bílých vín (a – e); antioxidační aktivity červených a růžových vín (a – g); obsahu železa (a – l); obsahu fosforu (a – l); obsahu hořčíku (a – l); obsahu vápníku (a – l); obsahu draslíku (a – i) ve stejném sloupci, označují významné rozdíly mezi různými odrůdami vzorků vín.

Tabulka 24 Obsah antokyanů (ANOVA)

Obsah antokyanů	
Vzorek vína	Antokyany [mg/l]
Florian SV	87 ± 0,02 ^a
Poláček SV	77 ± 0,03 ^b
Herbarium SV	104 ± 0,05 ^c
Collection SV	146 ± 0,02 ^d
Chateau Barbora	73 ± 0,03 ^e
ZW rosé	81 ± 0,04 ^f

Tabulka 25 Barviva v červených vínech (ANOVA)

Barviva v červených vínech	
Vzorek vína	Červená barviva [g/l]
Florian SV	5,50 ± 0,10 ^a
Poláček SV	3,40 ± 0,13 ^b
Herbarium SV	6,0 ± 0,40 ^{ac}
Collection SV	5,90 ± 0,11 ^{acd}
Chateau Barbora	3,92 ± 0,08 ^{be}
ZW rosé	0,57 ± 0,02 ^f
RR rosé	0,13 ± 0,03 ^{fg}

Tabulka 26 Obsah polyfenolů (ANOVA)

Obsah polyfenolů	
Vzorek vína	Polyfenoly [mg/l]
Florian SV	2180 ± 0,03 ^a
Poláček SV	988 ± 0,05 ^b
Herbarium SV	1147 ± 0,08 ^c
Collection SV	1344 ± 0,04 ^d
Chateau Barbora	5086 ± 0,09 ^e
RR rosé	668 ± 0,04 ^f
ZW rosé	858 ± 0,03 ^g

Tabulka 27 Obsah alkoholu (ANOVA)

Obsah alkoholu	
Vzorek vína	Alkohol [obj. %]
RR polosladké	10,23 ± 0,01 ^a
RR suché	12,42 ± 0,03 ^b
VZ	11,78 ± 0,00 ^c
RB	13,25 ± 0,00 ^d
RŠ	13,56 ± 0,01 ^e
ZW rosé	11,12 ± 0,02 ^f
RR rosé	11,91 ± 0,01 ^g
Florian SV	13,53 ± 0,01 ^{eh}
Poláček SV	12,13 ± 0,00 ⁱ
Herbarium SV	12,26 ± 0,00 ^j
Collection SV	11,73 ± 0,01 ^k
Chateau Barbora	13,95 ± 0,00 ^l

Tabulka 28 Hustota (ANOVA)

Hustota	
Vzorek vína	Hustota [g/cm³]
RR polosladké	0,9990 ± 0,0003 ^a
RR suché	0,9900 ± 0,0001 ^b
VZ	0,9900 ± 0,0000 ^{bc}
RB	0,9900 ± 0,0000 ^{bcd}
RŠ	0,9890 ± 0,0000 ^e
ZW rosé	0,9980 ± 0,0001 ^f
RR rosé	0,9920 ± 0,0000 ^g
Florian SV	0,9920 ± 0,0000 ^h
Poláček SV	0,9910 ± 0,0000 ⁱ
Herbarium SV	0,9930 ± 0,0000 ^j
Collection SV	0,9940 ± 0,0000 ^{jk}
Chateau Barbora	0,9880 ± 0,0000 ^l

Tabulka 29 Hodnota pH (ANOVA)

Hodnota pH – bílá vína	
Vzorek vína	pH
RR polosladké	3,18 ± 0,02 ^a
RR suché	3,34 ± 0,02 ^b
VZ	3,16 ± 0,01 ^{ac}
RB	3,36 ± 0,02 ^{bd}
RŠ	3,39 ± 0,01 ^{bdf}

Tabulka 30 Hodnota pH (ANOVA)

Hodnota pH – červená vína a růžová vína	
Vzorek vína	pH
ZW rosé	3,32 ± 0,02 ^a
RR rosé	3,22 ± 0,04 ^{ab}
Florian SV	3,48 ± 0,03 ^{ac}
Poláček SV	3,56 ± 0,03 ^{dc}
Herbarium SV	3,78 ± 0,07 ^e
Collection SV	3,54 ± 0,02 ^{cdf}
Chateau Barbora	3,37 ± 0,11 ^{abcdf}

Tabulka 31 Titrovatelné kyseliny (ANOVA)

Titrovatelné kyseliny – bílá vína	
Vzorek vína	Titrovatelné kyseliny [g/l]
RR polosladké	6,75 ± 0,05 ^a
RR suché	5,10 ± 0,01 ^b
VZ	6,30 ± 0,06 ^c
RB	6,00 ± 0,05 ^d
RŠ	5,25 ± 0,02 ^{be}

Tabulka 32 Titrovatelné kyseliny (ANOVA)

Titrovatelné kyseliny – červená a růžová vína	
Vzorek vína	Titrovatelné kyseliny [g/l]
ZW rosé	5,85 ± 0,06 ^a
RR rosé	10,90 ± 0,04 ^b
Florian SV	8,80 ± 0,15 ^c
Poláček SV	6,90 ± 0,04 ^d
Herbarium SV	7,20 ± 0,07 ^e
Collection SV	8,10 ± 0,04 ^f
Chateau Barbora	8,80 ± 0,4 ^{cg}

Tabulka 33 Antioxidační aktivita (ANOVA)

Antioxidační aktivita – bílá vína	
Vzorek vína	AA %
RR polosladké	90,06 ± 0,06 ^a
RR suché	88,33 ± 0,2 ^b
VZ	91,78 ± 0,08 ^c
RB	89,56 ± 0,04 ^d
RŠ	89,59 ± 0,11 ^{de}

Tabulka 34 Antioxidační aktivita (ANOVA)

Antioxidační aktivita – červená a růžová vína	
Vzorek vína	AA [%]
ZW rosé	84,2 ± 0,10 ^a
RR rosé	84,14 ± 0,37 ^{ab}
Florian SV	88,33 ± 0,08 ^c
Poláček SV	90,61 ± 0,20 ^d
Herbarium SV	89,46 ± 0,15 ^e
Collection SV	91,43 ± 0,06 ^f
Chateau Barbora	88,68 ± 0,11 ^{eg}

Tabulka 35 ICP – MS železo (ANOVA)

Obsah železa	
Vzorek vína	Fe [mg/l]
RR polosladké	0,72 ± 0,02 ^a
RR suché	0,44 ± 0,01 ^{ab}
VZ	0,78 ± 0,07 ^{abc}
RB	0,64 ± 0,07 ^{abcd}
RŠ	0,63 ± 0 ^{abcdf}
ZW rosé	0,89 ± 0,31 ^{abcdf}
RR rosé	1,33 ± 0,10 ^{fg}
Florian SV	0,48 ± 0,04 ^{abcdefh}
Poláček SV	0,34 ± 0,02 ^{abcdei}
Herbarium SV	1,15 ± 0,08 ^{acfj}
Collection SV	1,31 ± 0,26 ^{fgjk}
Chateau Barbora	0,96 ± 0,40 ^{acdefghjkl}

Tabulka 36 ICP – MS fosfor (ANOVA)

Obsah fosforu	
Vzorek vína	P [mg/l]
RR polosladké	5,99 ± 0,36 ^a
RR suché	5,43 ± 0,21 ^{ab}
VZ	4,42 ± 0,09 ^c
RB	4,84 ± 0,13 ^{bcd}
RŠ	7,03 ± 0,37 ^e
ZW rosé	5,48 ± 0,12 ^{abdf}
RR rosé	6,94 ± 0,58 ^{eg}
Florian SV	5,59 ± 0,04 ^{abfh}
Poláček SV	4,35 ± 0,09 ^{cdi}
Herbarium SV	7,63 ± 0,10 ^{egj}
Collection SV	8,69 ± 0,3 ^{1k}
Chateau Barbora	7,79 ± 0,16 ^{1l}

Tabulka 37 ICP – MS hořčík (ANOVA)

Obsah hořčíku	
Vzorek vína	Mg [mg/l]
RR polosladké	44,19 ± 0,36 ^a
RR suché	45,62 ± 4,78 ^{ab}
VZ	57,53 ± 0,39 ^c
RB	50,43 ± 1,31 ^{bcd}
RŠ	38,93 ± 2,33 ^{abdf}
ZW rosé	42,32 ± 2,65 ^{abdfg}
RR rosé	49,15 ± 5,51 ^h
Florian SV	77,71 ± 1,08 ^{ei}
Poláček SV	62,63 ± 1,09 ^{ci}
Herbarium SV	60,01 ± 1,89 ^{cij}
Collection SV	57,53 ± 2,45 ^{cdjk}
Chateau Barbora	38,62 ± 2,03 ^{abefl}

Tabulka 38 ICP – MS vápník (ANOVA)

Obsah vápníku	
Vzorek vína	Ca [mg/l]
RR polosladké	0,100 ± 0,005 ^a
RR suché	0,100 ± 0,002 ^{ab}
VZ	0,110 ± 0,003 ^{abc}
RB	0,110 ± 0,000 ^{abcd}
RŠ	0,100 ± 0,002 ^{abcde}
ZW rosé	0,100 ± 0,006 ^{abcdef}
RR rosé	0,100 ± 0,007 ^{abcdefg}
Florian SV	0,100 ± 0,002 ^{abcdefgh}
Poláček SV	0,090 ± 0,002 ^{abefhigh}
Herbarium SV	0,090 ± 0,006 ^{abcdfghij}
Collection SV	0,100 ± 0,020 ^{abcdefghijk}
Chateau Barbora	0,090 ± 0,017 ^{abcdefghijkl}

Tabulka 39 ICP – MS draslík (ANOVA)

Obsah draslíku	
Vzorek vína	K [mg/l]
RR polosladké	88,73 ± 0,65 ^a
RR suché	102,85 ± 5,14 ^{ab}
VZ	80,68 ± 0,26 ^{ac}
RB	160,51 ± 4,03 ^d
RŠ	149,44 ± 10,23 ^{de}
ZW rosé	118,91 ± 3,50 ^{bf}
RR rosé	114,81 ± 12,76 ^{bf}
Florian SV	131,26 ± 1,98 ^{fgh}
Poláček SV	106,01 ± 0,59 ^{bf}
Herbarium SV	184,82 ± 1,98 ^j
Collection SV	173,05 ± 5,96 ^{jk}
Chateau Barbora	118,04 ± 3,01 ^{bdfghi}

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byla charakterizace vín pomocí spektrofotometrických a koloristických metod a dále také stanovení a popis jejich fyzikálně-chemických vlastností. Vína podrobena analýzám této diplomové práce pocházela z moravské vinařské oblasti Bzenec a z Topolné. Vína byla jak od menších vinařů, tak také z větších vinařství. Pro stanovení byly vybrány odrůdy bílých vín (Ryzlink rýnský suchý i polosladký, Rulandské šedé i bílé a Veltlínské zelené), z červených pak odrůda Svatovavřínecké a růžová vína Zweigeltrebe rosé a Rosé Ryzlink.

V diplomové práci byly stanoveny parametry barevnosti dle metod trichromatické charakteristiky CIEL*a*b*, UV/ VIS, dále dle obsahu antokyanů, barevné intenzity a odstínu červených vín, obsahu polyfenolů a antokyanových barviv v červených vínech. Pro stanovení fyzikálně-chemických vlastností byly vybrány metody pro stanovení alkoholu a hustoty, dále hodnoty pH, titrační kyselosti, antioxidační aktivity a také metoda ICP-MS pro stanovení vybraných prvků ve víně.

Dle trichromatické charakteristiky CIE $L^*a^*b^*$ bylo za nejtmaší červené víno, určeno víno Herbarium odrůdy Svatovavřínecké, které bylo i po vizuální kontrole nejtmaší ze všech analyzovaných vín. Nejjasnějšími bílými víny s výraznější zelenou složkou byla vína odrůdy Ryzlink rýnský (polosladký, suchý) a Veltlínské zelené. U růžového vína Zweigeltrebe rosé bylo detekováno nejvíce červené barvy. Lze konstatovat, že důvod výskytu většího množství červené barvy v růžovém víně než ve vínech červených, může být ten, že v červených vínech dominuje nejvíce barva modrá. Metodou UV/VIS byla zaznamenána přítomnost antokyanových barviv ve všech vzorcích červených a růžových vín, na základě píku detekovaného v rozmezí 510-540 nm. U vzorků růžových vín bylo detekováno absorpční maximum 330 nm, které odpovídá přítomnosti kyselině hydroxyskořicové, která je dle naměřených hodnot relativně hojně zastoupená. Přítomnost flavonolů byla detekována pro vína Florian, Herbarium a Collection v o něco vyšším absorpčním maximu, než stanovili Sanna et al. (2014), důvodem může být hydrolyza glykosylovaných flavonolů na jejich volnou formu, který nastává v průběhu zrání vín. [101]

Obsah antokyanů se ve vínech pohyboval v rozmezí 73-146 mg/l, nejvyšší hodnota byla naměřena u vína Collection, odrůdy Svatovavřínecké. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u vína Chateau Barbora, což může být ovlivněno stářím vína, kdy obsah volných antokyanů během několika let značně klesá. Nejvyšší hodnoty barevné intenzity byly zaznamenány u

vína Herbarium, odrůdy Svatovavřínecké. Tyto hodnoty korelují také s hodnotami CIE L^*a^*b , kde bylo toto víno určeno za nejtmaší. Obsah červených barviv u červených a růžových vín se pohyboval v rozmezí 0,1-6,0 g/l. Nejnížší obsah byl naměřen u vína RR rosé, což bylo zjevné i z vizuálního posouzení. U vína Herbarium pak byla naměřena nejvyšší hodnota 6,0 g/l. Další spektrofotometrickou metodou bylo stanovení polyfenolů s činidlem Folin-Ciocalteu. Kde nejvyšší množství bylo zjištěno u vína Chateau Barbora odrůdy Svatovavřínecké a to 5086 mg/l, takto vysoký obsah polyfenolů potvrzuje, že víno bylo vyrobeno v domácích podmínkách s delší dobou macerace hroznů. Nejnížší obsah polyfenolů byl naměřen u vína RR rosé (668 mg/l), což může odkazovat na nepříznivý rok 2006 se špatnými klimatickými podmínkami, které ovlivnily množství polyfenolických látek v révě vinné.

Stanovením obsahu alkoholu ve víně bylo zjištěno, že nejvyšší obsah alkoholu mělo červené víno Chateau Barbora (Svatovavřínecké) a to 13,95 % obj. Nejméně alkoholu pak obsahovalo víno Ryzlink rýnský polosladký – 10,23 % obj. Tato naměřená hodnota potvrzuje, že vína sladká obsahují méně alkoholu, právě v závislosti na kvasných procesech, které jsou u polosladkých vín dříve zastaveny. Nařízení (ES) č. 479/2008 udává maximální množství alkoholu ve víně 15 % objemových, což naměřené hodnoty splňují. [8] Nejvyšší hodnota hustoty byla naměřena u polosladkého vína odrůdy Ryzlink rýnský (RR polosladké) a to 0,9986 g/cm³ a nejnižší u červeného vína Chateau Barbora – 0,9881 g/cm³, u něhož byl rovněž naměřen nejvyšší obsah alkoholu. Naměřené hodnoty tedy korelují s faktory (alkohol, cukernatost) ovlivňující hustotu vín. Hodnota pH se u bílých a červených vín liší, bílá vína mají zpravidla nižší pH od 3,0 – 3,4. Vína červená mají pH naopak vyšší, v rozmezí hodnot od 3,5 – 3,8, což souhlasí s naměřenými hodnotami u vzorků vín. [105] Obsah titrovatelných kyselin byl naměřen v rozmezí od 5,10 – 10,90 g/l. Nejnížší hodnota byla zjištěna u vína odrůdy Ryzlink rýnský, toto víno v chuti doprovázela velmi jemná kyselinka. Růžové víno RR rosé mělo obsah titrovatelných kyselin nejvyšší, což bylo zřejmé i z chuťového profilu vína. Antioxidační aktivita vína je známkou přítomnosti látek pohlcujících volné radikály ve víně. [110] Nejvyšší antioxidační aktivita byla naměřena u bílého vína odrůdy Veltlínské zelené a to 91,78 %. Tato vysoká antioxidační aktivita může poukazovat na vyšší obsah taninů a flavanolů uvolněných ze slupek hroznů. Metodou ICP – MS bylo možné změřit obsah stopových prvků ve víně. Stanovován byl obsah hořčíku, fosforu, draslíku, vápníku a železa. Nejvyšší množství hořčíku bylo naměřeno u červeného vína odrůdy Svatovavřínecké (Florian SV) a to

77,71 mg/l. V červených vínech se hořčík zpravidla vyskytuje ve vyšších množstvích než u bílých vín. Obsah fosforu se ve vínech pohybuje v rozmezí od 60–1000 mg/l. Obsah fosforečnanů v analyzovaných vzorcích vína byl naměřen v nižších hodnotách a to 4,3 – 8,7 mg/l, což mohlo být způsobeno odstraněním kvasničného extraktu a tím zamezení extrakce fosforečnanů zpět do vína. Draslík přijímá réva vinná po celou dobu svého růstu, a tak je považován za nejvíce zastoupený prvek ve víně, nalezneme ho zde v množství od 160–2500 mg/l. Nejvyšší hodnota draslíku byla naměřena u vína Herbarium odrůdy Svatovavřínecké a to 184,82 mg/l, což bylo zřejmé i po chuti vína, neboť vyšší množství draslíku chuť vína zjemňuje. Koncentrace vápníku se v analyzovaných vzorcích vína pohybovala v rozmezí od 0,09 do 0,11 mg/l. Tyto hodnoty jsou oproti běžnému množství vápníku ve víně (80–200 mg/l), velmi nízké. Důvodem může být nižší množství vápníku v půdě či omezení přídavku CaCO_3 nebo CaSO_4 . [113] Koncentrace železa se u měřených vzorků vín se pohybovala v rozmezí od 0,34 do 1,33 mg/l. Nejvíce železa bylo naměřeno v růžovém víně Rosé ryzlink a v červeném víně Collection odrůdy Svatovavřínecké. Při vyšším množství železa ve víně hrozí riziko oxidace, optimální hranice je 20 mg/l železa ve víně, což všechny analyzované vzorky vín splňují. Statistické hodnocení metodou ANOVA bylo použito pro zjištění signifikantní podobnosti vzorků vín jednotlivých odrůd.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PAVLOUŠEK, Pavel a Pavla BUREŠOVÁ. *Vše, co byste měli vědět o víně: --a nemáte se koho zeptat*. 1. vyd. Praha: Grada, 2015, 140 s. ISBN 9788024743516.
- [2] Barvy vín: Bílé, červené i růžové můžou mít mnoho podob. In: *Zámecké vinařství Bzenec* [online]. Bzenec: Zámecké vinařství Bzenec s.r.o, 2011 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.zameckevinarstvi.cz/barvy-vin>
- [3] TROUILLAS, Patrick, Juan SANCHO-GARCÍA, Victor DE FREITAS, Johannes GIERSCHNER, Michal OTYEPKA a Olivier DANGLES. Stabilizing and Modulating Color by Copigmentation: Insights from Theory and Experiment. *Chemical Reviews*. 2016, **116**(9), 4937-4982. ISSN 0009-2665. Dostupné z: doi:10.1021/acs.chemrev.5b00507
- [4] WELCH, Cara, Qingli WU a James SIMON. Recent Advances in Anthocyanin Analysis and Characterization. *Current Analytical Chemistry*. 2008, **4**(2), 75-101. ISSN 15734110. Dostupné z: doi:10.2174/157341108784587795
- [5] GARDNER, Denise M. What is Enology?. In: *Penn State Extension Wine & Grapes U.* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://psuwineandgrapes.wordpress.com/2016/01/15/what-is-enology/>
- [6] *Enolog* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <http://www.enolog.cz/>
- [7] FIC, VLASTIMIL, 1925-. *Víno: analýza, technologie, gastronomie: analýza, technologie, gastronomie*. 1. vydání. Český Těšín: 2 THETA, 2015, . ISBN 9788086380773. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/82422>
- [8] ČESKO. Zákon o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství). In: *Zákony pro lidi*. © AION CS, 2010-2022, ročník 2004, číslo 321. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-321>
- [9] JACKSON, Ron S. *Wine science: principles and applications: principles and applications*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2008, . ISBN 9780123736468. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/62797>
- [10] RIBÀEREAU-GAYON, Pascal, Yves GLORIES, Alain MAUJEAN a Denis DUBOURDIEU. *Handbook of enology*. 2nd ed. Chichester: John Wiley, 2006. ISBN 978-0-470-01037-2.
- [11] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-2-5.
- [12] JACKSON, Ronald S. *Wine Science: Principles and Applications*. 4rd ed. Elsevier, 2014. ISBN 9780123814692.
- [13] MICHLOVSKÝ, MILOŠ, 1953-. *Bobule*. Vyd. 1. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014, . ISBN 9788090531932. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/76117>
- [14] FARKAŠ, Ján. *Biotechnológia vína*. 2., preprac. vyd. Bratislava: Alfa, 1983. Edícia potrvinárskej literatúry.
- [15] SEDLÁČEK, Milan. Oxid siřičitý. In: *Znalec vín: Encyklopedie vína, vinařství a vinohradnictví* [online]. 2006-2022 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <http://www.znalecvin.cz/oxid-siricity/>
- [16] RÉBLOVÁ, Martina. Oxid siřičitý ve víně - proč se používá a jeho případná zdravotní rizika. In: *Mojelahve.cz: Inspirace pro vinomilce* [online]. MojeLahve.cz, 2011-2022

- [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://mojelahve.cz/clanek/oxid-siricity-ve-vine-proc-se-pouziva-a-jeho-pripadna-zdravotni-rizika-233>
- [17] Kyselina vinná 500 g. In: *Kopeček: Vinařský dům* [online]. Dubňany: KOPEČEK Vinařský dům, 2022 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: https://www.vinarskydum.cz/kyselina-vinna-500-g_p4252
- [18] KYSELINA D-(+)-JABLEČNÁ. In: *P-LAB* [online]. P-LAB, 2022 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.p-lab.cz/kyselina-d-jablecna>
- [19] Kyselina citronová. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_citronov%C3%A1
- [20] SEDLÁČEK, Milan. Extrakt ve víně. In: *Znalec vín: Encyklopedie vína, vinařství a vinohradnictví* [online]. 2006-2022 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <http://www.znalecvin.cz/extrakt-ve-vine/>
- [21] PAVLOUŠEK, Pavel. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, 2011, . ISBN 9788024733142. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/82685>
- [22] BAROŇ, Mojmír. Malolaktická fermentace. In: *Vinič a víno: Odborný časopis pre vinohradníkov a vinárov* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <http://www.vinicavino.sk/sk/technologie/malolakticka-fermentace/Enzymy>
- [23] PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovinařů. 2., aktualiz. a rozš. vyd.* Praha: Grada, 2010, . ISBN 9788024734873. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/63856>
- [24] Vinařské regiony v ČR. In: *Národně vinařské centrum* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.vinarskecentrum.cz/o-vine/vinarske-regiony-v-cr>
- [25] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil VURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína*. Praha: Praga Mystica, 2005, ^^^sv. ISBN 8086767000.
- [26] Litoměřická vinařská podoblast. In: *Decanté* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.decante.cz/oblast/litomericka-vinarska-podoblast>
- [27] Vinařská oblast Morava. In: *Vína z Moravy a vína z Čech* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/encyklopedie/jak-se-vyznat-v-nasich-vinech/deleni-podle-regionu/vinarske-regiony/vinarska-oblast-morava>
- [28] Vinařské oblasti a obce. In: *Mikulovsko* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: http://www.mikulovskoregion.cz/cze/db/pruvodce/vinarstvi/vinarske_oblasti.htm
- [29] Mikulovská vinařská podoblast. In: *Vína z Moravy a vína z Čech* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/encyklopedie/jak-se-vyznat-v-nasich-vinech/deleni-podle-regionu/vinarske-regiony/vinarska-oblast-morava/mikulovska-vinarska-podoblast>
- [30] JANÍČKOVÁ, V a L JANČÁŘ. *Moderní trendy ve vyučování matematiky a přírodovědných předmětů: sborník příspěvků z konference ..* 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2015. ISBN 978-80-210-8136-9.
- [31] Slovácká vinařská podoblast. In: *Vína z Moravy a vína z Čech* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/encyklopedie/jak-se-vyznat-v-nasich-vinech/deleni-podle-regionu/vinarske-regiony/vinarska-oblast-morava/slovacka-vinarska-podoblast>
- [32] Vinařská oblast bzenecká. In: *Vinařský a vinohradnický server: Vinařské fórum* [online]. Drahomír Míša a kol., 1997-2020 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: http://www.czechwines.cz/oblasti/bzo_c.htm

- [33] Velkopavlovická vinařská podoblast - Velké Pavlovice. In: *VINIUM Velké Pavlovice* [online]. VINIUM a.s, 2022 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://vinium.cz/velke-pavlovice/>
- [34] Velkopavlovická podoblast. In: *Vína z Moravy a vína z Čech* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/encyklopedie/jak-se-vyznat-v-nasich-vinech/deleni-podle-regionu/vinarske-regiony/vinarska-oblast-morava/velkopavlovicka-podoblast>
- [35] Znojemský vinařská podoblast. In: *VOC Znojmo: Vína originální certifikace* [online]. 2022 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.vocznojmo.cz/cs/vinarska-podoblast-znojemska>
- [36] Vinařský slovníček: Barvířka. In: *Vinarnik.cz* [online]. 2016-2022 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <http://www.vinarnik.cz/hb-slovnicek/barvirka.phtml>
- [37] Nejčastěji pěstované odrůdy révy vinné v České republice. In: *Vína z Moravy a vína z Čech* [online]. Národní vinařské centrum, 2019 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.vinarskecentrum.cz/storage/files/odrudy-vune-brozura-CZ-2021-web.pdf>
- [38] KRAUS, VILÉM, 1924-2013. *Setkání s vínem*. Aktualiz. vyd. Praha: Radix, 2012, . ISBN 9788086031965. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/67212>
- [39] Svatovavřínecké. In: *Cesta za vínem* [online]. 2022 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.cestazavinem.cz/svatovavrinecke-cervene-vino-ktere-si-vas-ziska-svoji-intenzivni-a-vyraznou-chuti/>
- [40] Svatovavřínecké. In: *WINE HOUSE* [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.winehouse.cz/svatovavrinecke/>
- [41] *IFIS Dictionary of Food Science and Technology*. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, 2009, 488 s. ISBN 978-1-405-18740-4.
- [42] BALÍK, Josef a Jan STÁVEK. *Vinařská technologie*. První vydání. Valtice: Národní vinařské centrum, o.p.s, 2017, . ISBN 9788087498774. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/89299>
- [43] GAVORNIK, A. *Spracovanie hrozna*. Bratislava: Príroda, 1976. ISBN 978-80-552-0150-4.
- [44] FARKAŠ, J. *Všetko o víne: tajemství kvality vína*. 2. vyd. Martin: Neografia, 2002. ISBN 80-888-9247-3.
- [45] VOGEL, Wolfgang. *Víno z vlastního sklepa: pro začínající i zkušené výrobce domácího vína: pro začínající i zkušené výrobce domácího vína*. Líbeznice: Víkend, 2010, . ISBN 9788074330261. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/67559>
- [46] STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010, . ISBN 9788090320192. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/62312>
- [47] TAUFEROVÁ, Alexandra. *Technologie a hygiena potravin rostlinného původu*. I., II. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, . ISBN 978-80-7305-693-3.
- [48] FLEET, Graham H. *Wine: microbiology and biotechnology: microbiology and biotechnology*. Chur, Switzerland: Harwood Academic, 1993, .

- [49] MICHLOVSKÝ, MILOŠ, 1953-. *Příprava bílých vín*. Vyd. 1. Rakvice: Vinselkt Michlovský, 2014, . ISBN 9788090531949. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/76094>
- [50] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil WURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína*. 2. díl. Praha: Praga Mystica, 2008. ISBN 978-808676709-3.
- [51] FURDÍKOVÁ, Katarína, Jozef ŠEVCECH, Katarína ĎURČANSKÁ, Helena HRONSKÁ a Fedor MALÍK. Influence of different nutrition conditions on main volatiles of wine yeasts. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2014, **2014**(4), 304-312. ISSN 1336-8672.
- [52] SEDLÁČEK, Milan. Řízené kvašení. In: *Znalec vín: Encyklopedie vína, vinařství a vinohradnictví* [online]. 2006-2022 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <http://www.znalecvin.cz/rizene-kvaseni/>
- [53] Slovník vinařských pojmů: Školení vína. In: *Ocenění vína.cz: Pro radost z objevování* [online]. 2022 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.ocenenvina.cz/slovník-vinarskych-pojmu/skoleni-vina/>
- [54] Zajímá vás tajemství výroby bílého vína. In: *Potřeby pro vína.cz* [online]. 2013-2022 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.potreby-pro-vina.cz/zajima-vas-tajemstvi-vyroby-bileho-vina-a-47.html>
- [55] Mikrobiologická stabilizace a prostředky boje proti mikrobiálním změnám. *Vinařský obzor: Sklepní hospodářství* [online]. 2008, **2008**(3), 112 [cit. 2022-04-21]. ISSN 1212-7884. Dostupné z: https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_3_2008
- [56] BALÍK, Josef. Téma měsíce - Číření vína. *Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hospodářství a obchod vínem*. Velké Bílovice, 2012, **105**(1). ISSN 1212-7884.
- [57] BURG, Patrik a Pavel ZEMÁNEK. Lahvovací linky ve vinařských provozech. *Vinařský obzor* [online]. Velké Bílovice: Svaz vinařů ČR, 2012, **105**(10) [cit. 2022-04-20]. ISSN 1212-7884. Dostupné z: https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_12_2012.pdf
- [58] BALÍK, Josef. Téma měsíce: Řízené kvašení a postupy zpracování hroznů pro výrobu červených a růžových vín. *Vinařský obzor: Sklepní hospodářství* [online]. Svaz vinařů České republiky, 2011, **2011**(10), 498-501 [cit. 2022-03-25]. ISSN 1212-7884. Dostupné z: https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_10_11
- [59] Karbonická macerace. In: *Vinarnik.cz* [online]. Jan Bretl, 2016 [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: <http://vinarnik.cz/hb-slovnicek/karbonickamacerace.phtml>
- [60] Technologie výroby červeného vína. In: *Svět vína. cz: všechno ze světa vín, vinařství a vinohradnictví* [online]. Actimedia s.r.o, 2003 [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: <http://www.svetvina.cz/rubrika.php?rid=39>
- [61] HRONSKÝ, Vladimír. *Slovenské vína*. 1. vydání. Belimex, 2001. ISBN 80-85327-86-4.
- [62] HORNSEY, Ian. *Chemistry and biology of winemaking*. 1st Edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2007. ISBN 978-1847557667.
- [63] MAGNI, Milan. Svět růžových vín - malá exkurze s enogastronomickým zaměřením. *Vinařský obzor* [online]. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2008, **1012008**(9), 430-431 [cit. 2022-04-21]. ISSN 1212-7884. Dostupné z: https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_9_2008/42

- [64] BOULTON, Roger. The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review. *Americal Journal of Enology and Viticulture*. American Society for Enology and Viticulture, **2001**(522). ISSN 0002-9254.
- [65] BROUILLARD, R., G. MAZZA, Z. SAAD, Anne-Marie ALBERECHT-GARY a A. CHEMINAT. The co-pigmentation reaction of anthocyanins: a microprobe for the structural study of aqueous solutions. *Journal of the American Chemical Society*. 1989, **111**(7), 2604-2610. ISSN 0002-7863. Dostupné z: doi:10.1021/ja00189a039
- [66] GONZALEZ, Emmanuel, André FOUGEROUSSE a Raymond BROUILLARD. Two diacylated malvidin glycosides from *Petunia hybrida* flowers. *Phytochemistry*. 2001, **58**(8), 1257-1262. ISSN 00319422. Dostupné z: doi:10.1016/S0031-9422(01)00280-1
- [67] GOTO, Toshio a Tadao KONDO. Structure and Molecular Stacking of Anthocyanins—Flower Color Variation. *Angewandte Chemie International Edition in English*. 1991, **30**(1), 17-33. ISSN 0570-0833. Dostupné z: doi:10.1002/anie.199100171
- [68] ASEN, S., R.N. STEWART a K.H. NORRIS. Co-pigmentation of anthocyanins in plant tissues and its effect on color. *Phytochemistry*. 1972, **11**(3), 1139-1144. ISSN 00319422. Dostupné z: doi:10.1016/S0031-9422(00)88467-8
- [69] SLIWKA, H-R, Vassillia PARTALI a S.F. LOCKWOOD. The structural properties, characteristics, and interactions of carotenoids: Hydrophilic Carotenoids: Carotenoid Aggregates. LANDRUM, John T. *The structural properties, characteristics, and interactions of carotenoids: Physical, Chemical, and Biological Functions and Properties*. 1st Edition. CRC Press, 2010, 568 s. ISBN 9781420052305.
- [70] HASLAM, E. *Practical Polyphenolics: From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action*. 1998.
- [71] CASTAÑEDA-OVANDO, Araceli, Ma. de Lourdes PACHECO-HERNÁNDEZ, Ma. Elena PÁEZ-HERNÁNDEZ, José A. RODRÍGUEZ a Carlos Andrés GALÁN-VIDAL. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*. 2009, **113**(4), 859-871. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2008.09.001
- [72] BIMPILAS, Andreas, Marilena PANAGOPOULOU, Dimitrios TSIMOGIANNIS a Vassiliki OREOPOULOU. Anthocyanin copigmentation and color of wine: The effect of naturally obtained hydroxycinnamic acids as cofactors. *Food Chemistry*. 2016, **197**, 39-46. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2015.10.095
- [73] MAZZA, G. a F. J. FRANCIS. Anthocyanins in grapes and grape products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1995, **35**(4), 341-371. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408399509527704
- [74] BROUILLARD, Raymond a Olivier DANGLES. Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging?. *Food Chemistry*. 1994, **51**(4), 365-371. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/0308-8146(94)90187-2
- [75] BALÍK, Josef. *Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech: Anthocyanin pigments in grapes and wines*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 978-807-3754-129.
- [76] CLIFFORD, Michael N. Anthocyanins - Nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Wiley, 2000, **80**(7), 1063-1072. ISSN 1097-0010. Dostupné z: doi:10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1063::AID-JSFA605>3.0.CO;2-Q

- [77] KOWALCZYK, E., P. KRZESIŃSKI, M. KURA, B. SZMIGIEL a J. BŁASZCZYK. Anthocyanins in medicine. *Polish journal od pharmacology*. Krakow, Polsko: Polish Academy of Sciences, Institute od Pharmacology, 2003, **55**(5), 699-702. ISSN 1230-6002.
- [78] MINÁRIK, Erich a Anton NAVARA. *Chémia a mikrobiológia vína*. 1.vyd. Bratislava: Príroda, 1986.
- [79] WALKER, Amanda R., Elizabeth LEE, Jochen BOGS, Debra A. J. MCDAVID, Mark R. THOMAS a Simon P. ROBINSON. White grapes arose through the mutation of two similar and adjacent regulatory genes. *The Plant Journal*. 2007, **49**(5), 772-785. ISSN 09607412. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-313X.2006.02997.x
- [80] CLARK, Andrew C. The production of yellow pigments from ()-catechin and dihydroxyfumaric acid in a model wine system. *European Food Research and Technology*. 2008, **226**(4), 925-931. ISSN 1438-2377. Dostupné z: doi:10.1007/s00217-007-0615-y
- [81] LI, Hua, Anque GUO a Hua WANG. Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chemistry*. 2008, **108**(1), 1-13. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2007.10.065
- [82] MALÍK, Fedor, Peter CPIN a Peter FUCEK. *Vinárský rok*. 1. vydání. Bratislava: Veda vydateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1989. ISBN 9788022400152.
- [83] ÁLVAREZ, Inmaculada, José Luis ALEIXANDRE, María José GARCÍA, Victoria LIZAMA a José Luis ALEIXANDRE-TUDÓ. Effect of the prefermentative addition of copigments on the polyphenolic composition of Tempranillo wines after malolactic fermentation. *European Food Research and Technology*. 2009, **228**(4), 501-510. ISSN 1438-2377. Dostupné z: doi:10.1007/s00217-008-0957-0
- [84] VERMERRIS, Wilfred a Ralph NICHOLSON. *Phenolic compound biochemistry*. Dordrecht: Springer, 2006. ISBN 978-1-4020-5163-0.
- [85] *Vinařství: Chemické složení bobule*. Dostupné také z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1271&typ=html
- [86] KOPLÍK, R. *Rostlinné fenolové látky a flavonoidy: Speciální analýza potravin – přednášky* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/14319329-Rostlinne-fenolove-latky-a-flavonoidy.html>
- [87] LANGCAKE, P. Disease resistance of *Vitis* spp. and the production of the stress metabolites resveratrol, ϵ -viniferin, α -viniferin and pterostilbene. *Physiological Plant Pathology* [online]. 1981, **18**(2), 213-226 [cit. 2022-04-25]. ISSN 00484059. Dostupné z: doi:10.1016/S0048-4059(81)80043-4
- [88] JEANDET, Philippe, Roger BESSIS, Bernard F. MAUME, Philippe MEUNIER, Dominique PEYRON a Philippe TROLLAT. Effect of Enological Practices on the Resveratrol Isomer Content of Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 1995, **43**(2), 316-319 [cit. 2022-04-25]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf00050a010
- [89] Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts. In: *International Organisation of Vine and Wine* [online]. Paris [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/methods-of-analysis/compendium-of-international-methods-of-analysis-of-wines-and-musts>
- [90] BALÍK, Josef. *Vinařství: návody do laboratorních cvičení*. Vyd. 3., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-715-7933-5.

- [91] HABEL, Jiří. Základy světelné techniky (5): Základy nauky o barvě. *SVĚTLO* [online]. 20096 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/40236.pdf>
- [92] ZMEŠKAL, Oldřich, Michal ČEPPAN a Petr DZIK. *Barevné prostory a správa barev* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16462229-Barevne-prostory-a-sprava-barev.html>
- [93] SEDLÁČEK, Milan. Celkový obsah alkoholu. In: *Znalec vín: Encyklopedie vína, vinařství a vinohradnictví* [online]. 2006 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: http://www.znalecvin.cz/celkovy-obsah_alkoholu/
- [94] *Vinařská laboratoř Mikulov a Znojmo* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://www.beckova.com/vinarska-laborator>
- [95] NOVOTNÝ, Jan. *Porovnání složení bezalkoholických a alkoholických piv*. Pardubice, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, fakulta chemicko-technologická. Vedoucí práce Ing. Tomáš Hájek, Ph.D.
- [96] PAVLOUŠEK, Pavel. Zralost hroznů: Cukernatost a kyseliny. *Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hospodářství a obchod s vínem* [online]. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 1012008(6), 280-282 [cit. 2022-04-25]. ISSN 1212-7884. Dostupné z: https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_6_2008/20
- [97] MESTEK, Oto. *Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem: pracovní text pro Podzemní výukové středisko JOSE*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2010. Dostupné také z: http://old.vscht.cz/anl/josef/LabAtom/Navod_ICP-MS_2010.pdf
- [98] ALEIXANDRE-TUDO, Jose Luis, Helene NIEUWOUDT, Jose Luis ALEIXANDRE a Wessel DU TOIT. Chemometric compositional analysis of phenolic compounds in fermenting samples and wines using different infrared spectroscopy techniques. *Talanta* [online]. 2018, 176, 526-536 [cit. 2022-04-25]. ISSN 00399140. Dostupné z: doi:10.1016/j.talanta.2017.08.065
- [99] SCANO, Paola. Characterization of the medium infrared spectra of polyphenols of red and white wines by integrating FT IR and UV-Vis spectral data. *LWT* [online]. 2021, 147 [cit. 2022-04-25]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2021.111604
- [100] CASTILLO-MUÑOZ, Noelia, Sergio GÓMEZ-ALONSO, Esteban GARCÍA-ROMERO a Isidro HERMOSÍN-GUTIÉRREZ. Flavonol Profiles of Vitis vinifera Red Grapes and Their Single-Cultivar Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2007, 55(3), 992-1002 [cit. 2022-04-25]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf062800k
- [101] SANNA, Roberta, Cristina PIRAS, Flaminia Cesare MARINCOLA, Valentina LECCA, Sergio MAURICHI a Paola SCANO. Multivariate Statistical Analysis of the UV-Vis Profiles of Wine Polyphenolic Extracts during Vinification. *Journal of Agricultural Science* [online]. 2014, 6(12) [cit. 2022-04-25]. ISSN 1916-9760. Dostupné z: doi:10.5539/jas.v6n12p152
- [102] SACCHI, K, L BISSON a D ADAMS. A Review of the Effect of Winemaking Techniques on Phenolic Extraction in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. (56), 197-206 [cit. 2022-04-25].

- [103] STÁVEK, Jan, Josef BALÍK, Barták PETR a Lemr KAREL. Reakce antokyanů – stabilizace a změny barvy vína. In: *Enolog* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <http://www.enolog.cz/reakce-antokyanu-stabilizace-a-zmeny-barvy-vina>
- [104] KOSSEVA, Maria, Vinod JOSHI a Parmjit PANESAR. *Science and Technology of Fruit Wine Production*. First. Academic Press Elsevier, 2016. ISBN 9780128008508.
- [105] ROBINSON, Jancis. *The oxford companion to wine*. Second Edition. New York: Oxford Univ. Press, 1999. ISBN 978-0198662365.
- [106] Rizika vysokého pH moštu - BS vinařské potřeby. In: *BS vinařské potřeby* [online]. Velké Bílovice: BS vinařské potřeby s.r.o, 2022 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/rizika-vysokeho-ph-mostu-bs-vinarske-potreby.htm>
- [107] VOLSCHENK, H., H.J.J. VAN VUUREN a M. VILJOEN-BLOOM. Malic Acid in Wine: Origin, Function and Metabolism during Vinification. *South African Journal for Enology and Viticulture* [online]. 2017, **27**(2), 123-136 [cit. 2022-04-25]. ISSN 22247904. Dostupné z: doi:10.21548/27-2-1613
- [108] Malolaktické kvašení a kyseliny ve víně. In: *ZNOVÍN* [online]. Znojmo: ZNOVÍN ZNOJMO, a.s., 2018 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://www.znovin.cz/malolakticke-kvaseni-a-kyseliny-ve-vine>
- [109] RAJKOVIC, Milos, Ivana NOVAKOVIC a Aleksandar PETROVIC. Determination of titratable acidity in white wine. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade* [online]. 2007, **52**(2), 169-184 [cit. 2022-04-25]. ISSN 1450-8109. Dostupné z: doi:10.2298/JAS0702169R
- [110] STAŠKO, Andrej, Vlasta BREZOVÁ, Milan MAZÚR, Milan ČERTÍK, Michal KALIŇÁK a Georg GESCHEIDT. A comparative study on the antioxidant properties of Slovakian and Austrian wines. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2008, **41**(10), 2126-2135 [cit. 2022-04-25]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2007.11.021
- [111] MARTINA, Réblová. Kvevri víno je nabité antioxidanty: fenolické látky ve víně, zejména flavonoidy, a jejich prospěšnost pro lidské zdraví. In: *MojelaHve.cz: Inspirace pro vinnomilce* [online]. MojeLahve.cz, 2011 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://mojelaHve.cz/clanek/kvevri-vino-je-nabite-antioxidanty-fenolicke-latky-ve-vine-zejmena-flavonoidy-a-jejich-prospesnost-pro-lidske-zdravi-771>
- [112] MIHALJEVIČ, Martin, Ladislav STRNAD a Ondřej ŠEBEK. Využití hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem v Geochemii. *Chemické listy* [online]. Praha, (98), 123-130 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_03_02.pdf
- [113] KRAUS, Vilém. *Réva a víno v Čechách a na Moravě*. Praha: Radix, 1999. Tradice a současnost (Radix). ISBN 80-860-3123-3.
- [114] GRINDLAY, Guillermo, Juan MORA, Luis GRAS a Margaretha T.C. DE LOOS-VOLLEBREGT. Atomic spectrometry methods for wine analysis: A critical evaluation and discussion of recent applications. *Analytica Chimica Acta* [online]. 2011, **691**(1-2), 18-32 [cit. 2022-04-25]. ISSN 00032670. Dostupné z: doi:10.1016/j.aca.2011.02.050

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CIE Mezinárodní komise pro osvětlování

°C Stupně Celsia

ICP MS Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

% obj. Objemové procenta

UV/VIS Ultrafialovo – viditelná spektroskopie

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Kyselina vinná [17]	17
Obrázek 2 Kyselina jablečná [18].....	17
Obrázek 3 Kyselina citrónová [19].....	18
Obrázek 4 Mapa vinařských oblastí Čech a Moravy [24]	20
Obrázek 5 Vinařská oblast Morava [27].....	21
Obrázek 6 Modelové kopigmentační komplexy [3]	35
Obrázek 7 Chemický vzorec hydroxybenzoové kyseliny [86].....	41
Obrázek 8 Chemický vzorec hydroxybenzoové kyseliny [86].....	42
Obrázek 9 Chemický vzorec trans- a cis-stilbenů	43
Obrázek 10 Trichromatická charakteristika – souřadnice $L^* a^* b^*$	49
Obrázek 11 Graf numerického modelování s absorpčními píky (Collection SV).....	61
Obrázek 12 Graf numerického modelování (Herbarium SV).....	61
Obrázek 13 Graf numerického modelování (Chateau Barbora)	61
Obrázek 14 Graf numerického modelování (Florian SV)	62
Obrázek 15 Graf numerického modelování (Poláček SV)	62
Obrázek 16 Graf numerického modelování (ZW rosé)	62
Obrázek 17 Graf numerického modelování (RR rosé)	63
Obrázek 18 Kalibrační závislost absorpance od koncentrace antokyanových barviv	64
Obrázek 19 Kalibrační závislost objemu roztoku na koncentraci polyfenolů (taninu)	66

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Flavonoidní fenolické látky	40
Tabulka 2 Neflavonoidní fenolické látky	41
Tabulka 3 Hydroxybenzoové kyseliny vyskytující se ve víně	42
Tabulka 4 Hydroxyskořicové kyseliny vyskytující se ve víně	42
Tabulka 5 Stilbeny vyskytující se ve víně	43
Tabulka 6 Popis vybraných vzorků bílých vín	46
Tabulka 7 Popis vybraných vzorků růžových vín	46
Tabulka 8 Popis vybraných vzorků červených vín	47
Tabulka 9 Vyhodnocení barevného rozdílu mezi jednotlivými barvami [92]	50
Tabulka 10 Trichromatická charakteristika vzorků vína	58
Tabulka 11 Barevné ΔE^* rozdíly mezi vzorky bílých a růžových vín	59
Tabulka 12 Barevné rozdíly ΔE^* mezi vzorky červených a růžových vín	59
Tabulka 13 Absorpční píky vzorků vína	60
Tabulka 14 Absorbance vín o různých vlnových délkách a absorbance po přidavku $K_2S_2O_5$ a HCl	63
Tabulka 15 Barevná intenzita, barevný odstín a obsah antokyanů	63
Tabulka 16 Barviva červených vín	65
Tabulka 17 Obsah polyfenolů (jako taninu) ve víně	66
Tabulka 18 Obsah alkoholu ve vínech	67
Tabulka 19 Hustota vín	68
Tabulka 20 pH vín	69
Tabulka 21 Obsah titrovatelných kyselin ve vínech	70
Tabulka 22 Antioxidační aktivita vín	71
Tabulka 23 Množství stopových prvků ve vínech	72
Tabulka 24 Obsah antokyanů (ANOVA)	75
Tabulka 25 Barviva v červených vínech (ANOVA)	75
Tabulka 26 Obsah polyfenolů (ANOVA)	76
Tabulka 27 Obsah alkoholu (ANOVA)	76
Tabulka 28 Hustota (ANOVA)	77
Tabulka 29 Hodnota pH (ANOVA)	77
Tabulka 30 Hodnota pH (ANOVA)	78
Tabulka 31 Titrovatelné kyseliny (ANOVA)	78
Tabulka 32 Titrovatelné kyseliny (ANOVA)	78
Tabulka 33 Antioxidační aktivita (ANOVA)	79

Tabulka 34 Antioxidační aktivita (ANOVA)	79
Tabulka 35 ICP – MS železo (ANOVA)	79
Tabulka 36 ICP – MS fosfor (ANOVA).....	80
Tabulka 37 ICP – MS hořčík (ANOVA)	80
Tabulka 38 ICP – MS vápník (ANOVA)	81
Tabulka 39 ICP – MS draslík (ANOVA)	81

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Porovnání barevnosti vín pomocí vizuální kontroly

Příloha P II: Bezpečnost a kvalita potravin

PŘÍLOHA P I: POROVNÁNÍ BAREVNOSTÍ VÍN POMOCÍ VIZUÁLNÍ KONTROLY

Porovnání barevnosti vín proběhlo na denním světle v průhledné a neutrální sklenici při nízké hustotě vína. Pro porovnání barevnosti vín byla použita barevná škála moravských a českých vín J. Stávka a J. Balíka.



Obrázek 1 Ryzlink rýnský (RR suché)



Obrázek 2 Rulandské šedé (RŠ)



Obrázek 3 Veltlínské zelené (VZ)



Obrázek 4 Ryzlink rýnský (RR polosladké)



Obrázek 5 Rulandské bílé (RB)



Obrázek 6 Rosé ryzlink (RR rosé)



Obrázek 7 Zweigeltrebe rosé (ZW rosé)



Obrázek 8 Svatovavřínecké (Florian)



Obrázek 9 Svatovavřínecké (Poláček)



Obrázek 10 Svatovavřínecké
(Herbarium)



Obrázek 11 Svatovavřínecké
(Collection)



Obrázek 12 Svatovavřínecké
(Chateau Barbora)

Tabulka 1 Porovnání barev vín

Vzorek vína	Popis barvy
RR polosladké	lněné plátno
RR suché	lipový květ
VZ	slonovina
RB	lněné plátno
RŠ	lněné plátno
ZW rosé	korálově růžová
RR rosé	jantarová
Florian SV	višňová
Poláček SV	rubínová
Herbarium SV	tmavá třešeň
Collection SV	karmínová
Chateau Barbora	višňová

PŘÍLOHA P II: BEZPEČNOST A KVALITA POTRAVÍN



SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ PRE
POLNOHOSPODÁRSKE,
LESNÍCKE, POTRAVINÁRSKE A
VETERINÁRSKE VEDY PRI SAV



SLOVENSKÁ AKADÉMIA
PŔODOHOSPODÁRSKÝCH VIED

BEZPEČNOST A KVALITA POTRAVÍN

Zborník vedeckých prác



**SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ PRE POĽNOHOSPODÁRSKE, LESNÍCKE,
POTRAVINÁRSKE A VETERINÁRSKE VEDY PRI SAV**



BEZPEČNOSŤ A KVALITA POTRAVÍN

Zborník vedeckých prác

Jozef Golian, Jozef Čapla (zost.)

Nitra, 2022

Názov:

Bezpečnosť a kvalita potravín. Zborník vedeckých prác

Zostavovatelia:

prof. Ing. Jozef Golian, Dr.

Ing. Jozef Čapla, PhD.

Recenzenti:

prof. Ing. Jozef Golian, Dr.

prof. Ing. Marcela Capcarová, DrSc.

prof. Ing. Dana Tančinová, PhD.

doc. Ing. Martina Fikselová, PhD.

doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD.,

doc. Ing. Peter Zajác, PhD.

Vydavateľ:

Garmond Nitra, 2022

ISBN 978-80-8266-007-7

DOI: <https://doi.org/10.15414/2022.sqf22-pp>



Toto dielo je publikované pod/This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SELECTED WINES FROM THE BZENEC MORAVIA REGION

Shweta Gautam, Tereza Hůsková, Tomáš Valenta, Barbora Lapčíková, Lubomír Lapčík

Abstract: The main aim of this study was to characterize the wines selected from the South Moravia production area from the year 2006 to 2019. The physico-chemical properties of the wines were evaluated as total anthocyanin content, total polyphenol content, antioxidant, pH, density, total acidity, and residual sugar content. The highest anthocyanin content was found in Collection wine, 146 mg.L⁻¹, and the lowest was obtained for Chateau Barbora. The highest polyphenol content was observed in Chateau Barbora, 5086 mg.L⁻¹, whereas the lowest was found for riesling, 668 mg.L⁻¹. Antioxidant activity was calculated as %inhibition, and the highest value was found to be 91% for Collection wine, and the lowest was 84% for riesling. Maximum total acidity was found at 10.9 g.L⁻¹ for Riesling, whereas the lowest was 6.9 g.L⁻¹ for Polacek. The highest residual sugar content was 6.5 g.L⁻¹ for Florian, whereas the lowest was 3 g.L⁻¹ for Polacek and Riesling.

Keywords: anthocyanin, polyphenols, antioxidant, spectrometry, residual sugar content

INTRODUCTION

Wine is one of the most consumed alcoholic beverages consumed after beer. The versatility and the uniqueness of its taste make it a worldwide preferred beverage but simultaneously, the production of wine is a highly sophisticated process. The properties of wine are affected by the type of soil, weather, rainfall, sunlight, types of grapes, method of collection, maceration, mixing, fermentation, microorganisms used for fermentation, type of barrels used for maturation, degree of maturation, environment of storing etc. The endless list of variables provides an excellent opportunity for researchers to study different aspects of wine throughout its production.

The Czech Republic has a long history of wine production and consumption. The Czech Republic has two wine regions - Bohemia and Moravia. Bohemia is an area nearer to Prague and only produces 5-10% of the country's wine. Moravia is in the south-eastern part of the country, bordering Austria, and produces 90-95% of the wines from the Czech Republic (**Anonymous (a), 2020**). The most important wine-growing region of the Czech Republic stretches from Znojmo to Uherské Hradiště. It comprises of four sub-regions: Znojemská, Mikulovská, Velkopavlovická and Slovácká. It includes 17,421, representing 96% of the registered vineyard areas within the Czech Republic. The Moravia Wine Region is, according to legend and archaeological sources, the area with the oldest viticultural and vinicultural tradition in the Czech Republic (**Anonymous (b), 2020**).

A total of 6 wines were selected from the years 2006-2019 from Bzenec and Topolna region. Bzenec is a town in Hodonin district of South Moravia, whereas Topolna is a small municipality village in the Zlin region and 250 km south-east of Prague. The main wine of selection was Svatovavřinecké (international name: Saint Laurent) and Rose ryzlink (riesling). A detailed description of the selected wines is given in Table 1.

MATERIALS AND METHODOLOGY

Site characteristics



Picture A: Geographic map of Czech Republic (Anonymous (c), 2017); **Picture B:** Location of the selected wine sites on map (Anonymous (d))

Bzenec wine region

Bzenec wine trail is the shortest wine trail in the Moravian region. The length of the trail is about 26 km. The area is comprised of several small hills and plateaus on the lower Moravian depression. The maximum altitude of the trail is 180 m.a.s (metres above sea level). The wine region that gave this trail its name is today a part of the Slovacko wine sub-region. There are several line trees along the Bzenec trail which are used to flavour the traditional Bzenec lime wine (Anonymous (e)) (Anonymous (f)).

Uherské Hradiště (Topolná) wine region

Topolna lies approximately 10 km northeast of Uherske Hradiste. The length of this trail is 73 km. It is one of the smallest wine regions of Moravia. The region is protected by the Chriby hills and includes the water meadows of the River Morava. Some vineyards are planted out on the exposed south-facing slopes, giving a characteristically rich spectrum of aromatic substances to the wine. The highest point of the trail is at 290 m.a.s (Anonymous (g)) (Anonymous (h)).

Wines characteristics

Svatovavřinecké

This is a variety typical for northern winery regions. A harvest ripeness is reached at the end of September, it is easy to land at any location and it prefers colder climate. It belongs to varieties that give a typical red wine with intense color, pleasant bitterness and a high content of tannins. By maturation and ageing, their character is softening, and wines become softer and harmonic. Synonyms: Saint Laurent, Laurenztraube (Lapčíková et al., 2017).

Rose Riesling

It is originally a German variety, grown mainly in the northern winery regions. These include the highest-quality varieties of wine, characterized by a linden bouquet. Riesling cloth collecting reaches ripeness in the second decade of October when favorable weather and a later harvest achieve outstanding quality. Wine of this variety is high in quality of aromatic acids with harmony and with typical varieties characters. Synonym: Riesling, Hocheimer, White Riesling (Lapčíková et al., 2017).

Samples

Table 1. Wines selected for study

Wine Label	Labelling	Type	Production year	Attribute	Locality
Florian	FL	Svatovavřinecké	2015	Moravian regional	Bzenecka
Polacek	PK	Svatovavřinecké	2017	Moravian regional	Bzenecka
Herbarium	HM	Svatovavřinecké	2018	Wine with an attribute	Bzenecka
Collection	CN	Svatovavřinecké	2019	Late Harvest	Bzenecka
Chateau Barbora	CB	Svatovavřinecké	2018	Moravian regional	Moravia
Rose	RR	Rose Riesling	2006	Moravian regional	Moravia

Chemicals used

Gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, tartaric acid, methanol (99.9%), potassium bisulfide, copper sulphate, sucrose, methylene blue (1%) and phenolphthalein (1%). All chemicals were of analytical grade and were purchased from Sigma Aldrich (USA); Sodium hydroxide and hydrochloric acid (37%) were purchased from IPL (Czech Republic); potassium sodium tartrate was purchased from Penta (Czech Republic).

Instruments

All UV-VIS spectrophotometric measurements were conducted on UV/VIS – SERIE CE 1000 CECIL (Cecil instruments, England), pH analysis was done using Mettler Toledo (Switzerland) and, RH Basic-2 IKA magnetic stirrer (Germany).

Methods

Analytical methods

The analytical analysis is an essential tool for the determination of wine characteristics. It allows us to detect, analyze, compare and provide rationale on a chemical level. All the analysis were performed according to ČSN 560216 norm.

The density of wine was calculated using the standard AOAC method using a pycnometer and water as a reference.

The pH of the wine samples was analyzed directly using a pH meter (Mettler Toledo). The samples were measured at room temperature after proper calibration of the equipment.

The total anthocyanins content (TAC) was estimated by spectrophotometric measurements (Hosu et al., 2014).

One sample 1 mL wine and 49 mL 1 mol.L⁻¹ HCl was stirred and after 60 min was measured in 10 mm cuvette at wavelength 520 nm, second sample 1.3 mL wine and fresh 20% bisulfide potassium (K₂S₂O₅) aqueous solution was measured after 1 minute at 520 nm. Sample absorbance was determined at 520 nm by a blank solution. The differences between the absorbance values of the sample prepared without potassium bisulfide and the absorbance value of the sample prepared with potassium bisulfide were calculated. The anthocyanin content was expressed in mg.L⁻¹ of wine and was calculated by eq. (1):

$$x=20 \cdot [50 \cdot A_{520} (HCl) - 53 \cdot A_{520} (SO_2)] \quad (1)$$

where x is the content of anthocyanin in mgL⁻¹ and A₅₂₀ is the absorbance at 520 nm (Balík & Leindl, 2010).

The total phenolic content (TPC) was determined according to the Folin-Ciocalteu colorimetric method (Bajčan et al., 2016; Folin & Ciocalteu, 1927; Staško et al., 2008). Absorbance was measured at 760 nm. Results were expressed as mg.L⁻¹ gallic acid equivalents (GAE). Gallic acid standard solutions were prepared at a concentration ranging from 0 to 1000 mg.L⁻¹ (Sun et al., 2017). For this assay, 1.0 mL of Folin–Ciocalteu reagent (0.2 mol.L⁻¹) was added to 1.0 mL of wine appropriately diluted with distilled water to ensure the absorbance was in the range of 0.20 – 0.80. The reaction was allowed to react for five minutes, and then 5 mL of 20% solution of Na₂CO₃ was added. Samples were incubated at room temperature in a dark place for 120 min, and the absorbance was measured at 760 nm. All measurements were performed in triplicate. A standard curve was obtained using 0 – 1000 mg gallic acid L⁻¹ and was used to calculate the total phenolic content of wines. Gallic acid (mg GAE.L⁻¹) was used because it is a more stable and pharmacologically active antioxidant, quantitatively equivalent to most phenolic and gives consistent and reproducible results (Wu et al., 2016).

Antioxidant activity (AA) was assessed by the method of (Brand-Williams et al., 1995) using of DPPH (2,2-difenyl-1-picrylhydrazyl) radical. Absorbance was read at 515 nm, and antioxidant activity was expressed as % inhibition of DPPH (the quantitative ability of a selected component to remove in exact period certain amount of DPPH radical) using the eq. (2)

$$\text{DPPH scavenging effect (\%)/\% Inhibition} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (2)$$

where A₀=The absorbance of control and A₁=The absorbance of standard.

The total acidity (TA) of the wine is the sum of its titratable acidities when it is titrated to pH 7 against a standard alkaline solution 0.1 M NaOH with the potentiometric detection of the end point. Carbon dioxide is not included in the total acidity. The total acidity is expressed in grams of tartaric acid per litre and is given by eq. (3):

$$x = a \cdot f \cdot 0.75 \quad (3)$$

where x is total tartaric acid in g.L⁻¹, a is the assumption of 0.1 M NaOH to pH 7, f is a factor of 0.1 M NaOH (Oiv, 2017).

Total residual sugars (RS) in the wines were evaluated using the modified Lane-Eynon method as mentioned by (Zoecklein, Fugelsang, Gump, & Nury, 1990). The titration was carried out against a standard 0.5% dextrose solution. Blank titration was carried out using Fehling's A, Fehling's B, five drops of 1% methylene blue and 70 mL distilled water (DW). The flask was heated till it began to boil. Titration was started slowly till the blue color of methylene blue changed to a brick red/orange color. The volume of standard sugar solution used was taken as blank titration. Sample titration was carried out in the same way with 70 mL of DW and 1 mL of wine sample. The titre value obtained was used in the eq. (4) to calculate reducing sugars in g.L⁻¹.

$$RS (g.L^{-1}) = \frac{(B-W)(0.005)(1000)}{\text{sample volume}} \quad (4)$$

where, B is titre value for blank (mL) and W is titre value for sample (mL).

Statistical Analysis

All measurements were done at least in two replicates; each measurement was repeated at least five times. Data were analyzed using the one-way analysis of variance (ANOVA) method (SPSS Ver. 20, IBM, USA). For all tested samples combinations, the observed differences were of high statistical significance ($p \leq 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

Density of dry wines ranges from 0.9830-1.0030 g.cm⁻³ (Hupková, 2018). The density of all the wine samples was within the range reported by other authors (Babincev and Jovic, 2021; Lapčíková et al., 2017). The pH of the wine is an indication of the acidity level in the wines. The pH values for the samples ranged from 3.22 to 3.78. The lowest pH was observed in

riesling wine, owing to the early harvest of the grapes. The pH of red wines usually ranges from 3.5 to 3.8. All the commercial wines from the Bzenec region had pH in the aforementioned range, whereas the wines from Topolna had slightly lower pH i.e <3.5, due to early harvest. The values were, however slightly lower than those reported by (Gallego et al., 2013).

Table 2. Results of the tested wine samples

Labeling	Density (g.cm ⁻³)	pH	TAC (mg.L ⁻¹)	TPC (GAE) (mg.L ⁻¹)	AA (% inhibition)	TA (g.L ⁻¹)	RS (g.L ⁻¹)
FL	0.9866	3.48±0.032	87±0.02	2180±0.03	88.33±0.08	8.8±0.15	6.5±0.15
PK	0.9915	3.56±0.032	77±0.03	988±0.05	90.61±0.20	6.9±0.04	3.0±0.09
HM	0.9908	3.78±0.070	104±0.05	1147±0.08	89.46±0.15	7.2±0.07	2.5±0.12
CN	0.9878	3.54±0.015	146±0.02	1344±0.04	91.43±0.06	8.1±0.04	2.0±0.08
CB	0.9923	3.37±0.010	73±0.03	5086±0.09	88.68±0.11	8.8±0.04	4.5±0.09
RR	0.9925	3.22±0.037		668±0.04	84.14±0.37	10.9±0.04	3.0±0.13

Note: Results are expressed as mean values ± standard deviation (n=3). Significant difference (ANOVA, *p* <0.05) between samples; TAC: Total Anthocyanin Content, TPC: Total Polyphenol Content, AA: Antioxidant Activity, TA: Total Acidity, RS: Residual Sugar

The highest anthocyanin content was found in CN wine with a value of 146 mg.L⁻¹, whereas the lowest was in CB wine with a value of 73 mg.L⁻¹. Anthocyanins in wines are primarily associated with the antioxidant and color properties of the wines, especially red wines. The quantity of anthocyanins, however, reduces with ageing (Gonzalez-Manzano et al., 2008; Jensen et al., 2008; Lapčíková et al., 2017; Malien-Aubert et al., 2001; Robinson et al., 1966; Xu, 2013). A similar trait has been reported by (Kilmister et al., 2014; Miniati et al., 1992). Anthocyanin concentration decreases due to the reactions by the production of quinones via coupled oxidation reactions and/or condensation between quinines and/or non-enzymatic reactions by the production of polymers from anthocyanin monomers (Boulton, 2001; Busse-Valverde et al., 2011; Dangles et al., 1993; Degenhardt et al., 2000; Eiro & Heinonen, 2002; Figueiredo-Gonzalez et al., 2014; He et al., 2012). This could be one of the reasons for very low undetected values of anthocyanins for Riesling wine. The level and type of anthocyanins are not only variable in different grape cultivars but also significantly affected by their growing conditions (Busse-Valverde et al., 2011; Degenhardt et al., 2000; Jensen et al., 2008; Robinson et al., 1966).

The highest content of phenolic compounds as gallic acid was detected in Chateau Barbora, from Topolna, where the concentration was 5086 mg.L⁻¹. The polyphenol content is greatly influenced by the type of grape used, the technological practices to which grapes are exposed (Garrido and Borges, 2013), the type of yeast used in the alcoholic fermentation, and the contact with solid parts of the grape during the maceration (Baiano, 2014). Red wines are exposed to all grape parts during the wine-making process. For this reason, their polyphenol concentration is higher (1–5 g.L⁻¹) than in white wines (0.2–0.5 g.L⁻¹). This supports the high value of polyphenols obtained for the CB sample and the low value obtained for riesling.

Similar values of polyphenols in white and pink wines have been reported by (Pazourek et al., 2005) and by (Tauchen et al., 2015) for red wines. Similar values were reported from commercial red wine by (Gallego et al., 2013).

Antioxidant value as % inhibition was in the range of 84.14 to 91.43%, with the highest value for Collection wine and the lowest value for Resiling wine. Antioxidant activity is the indication of the presence of radical scavenging agents present in the wine. It is assumed that the phenolic content in wines is most probably responsible for its antioxidant activity (Stasko et al., 2008). The titratable acidity was in the range of 6.9 to 10.9 g.L⁻¹ (as tartaric acid). The values for commercial wines were similar to the values reported by (Gallego et al., 2012). The acidity of wines highly depends on the maturity of the fruit at the time of harvest. It is evident that early harvested grapes have high acidity than those harvested late. This is the most common phenomenon of ripening resulting in the conversion of acids to sugars. The acidity values obtained were slightly higher than some of the reported values for wines with similar characteristics.

Residual Sugar (RS) is the amount of sugar remaining in the wine after fermentation and wine-making. The level of RS determines the degree of alcohol in wines. The determination of RS is frequently performed in the wine industry as an important parameter for controlling production and fermentation. Determining the reducing sugars in wines is also used for routine quality control and verifying if the wine contains the legal or commercial reducing sugar content required for a certain wine type (Da Silva et al., 2018). According to the European Wine Regime (Anonymous i, 2005) residual sugar content in dry wines must range from 0-9 g.L⁻¹, medium-dry: 12-18 g.L⁻¹, medium sweet: ≤45 g.L⁻¹, sweet: ≥45 g.L⁻¹. All the commercial wines were labeled as dry wines and were found to be the same. The wines from Topolna were also found to be dry.

CONCLUSION

The basic physicochemical properties of the wines were evaluated according to ČSN 560216 norm in this study. It was confirmed that wine is a complex beverage and its characteristics are highly variable and dependent on many factors such as the condition of the soil, weather, water, harvesting technology, maturity stage, wine preparation methodology, bottling, storage and ageing conditions etc. This is the main reason for the high variability in the values obtained and those published by other authors, thereby allowing clean distinguishment between different varieties.

REFERENCES

- Anonymous a. (2020, October 16). *All you need to know about moravian wine - czech wine imports: Ahtel Wines*. Czech Wine Imports | Ahtel Wines. Retrieved January 20, 2022, from <https://www.ahtelwines.com/blog1/2017/11/3/all-you-need-to-know-about-moravian-wine-a-cheat-sheet>
- Anonymous b. (2020, October 16). *All you need to know about moravian wine - czech wine imports: Ahtel Wines*. Czech Wine Imports | Ahtel Wines. Retrieved January 20, 2022, from <https://www.ahtelwines.com/blog1/2017/11/3/all-you-need-to-know-about-moravian-wine-a-cheat-sheet>
- Anonymous c. (2017, November 10). *Czech Republic*. Wikipedia. Retrieved January 20, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Czech_Republic#/media/File:CzechRepublic-geographic_map-en.svg
- Anonymous d. (n.d.). *Map of czechia (physical)*. Worldometer. Retrieved January 20, 2022, from <https://www.worldometers.info/maps/czechia-map/>
- Anonymous e. (n.d.). *Biking the moravian wine trails*. Adventure Tourism - Experiential Travel Guides. Retrieved January 20, 2022, from <https://www.iexplore.com/experiences/Culinary-Travel/biking-moravian-wine-trails>
- Anonymous f. (n.d.). *Bzenec Wine Trail*. Wines from Czech Republic. Retrieved January 20, 2022, from <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/en/news/4936492-bzenec-wine-trail>
- Anonymous g. (n.d.). *Uherské Hradiště wine trail*. Wines from Czech Republic. Retrieved January 24, 2022, from <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/en/encyclopedia/how-to-enjoy-wine/wine-trails/wine-trails-in-moravia/uherske-hradiste-wine-trail>

- Anonymous h. (n.d.). *Uherskohradišfská Vinařská Stezka*. Moravské vinařské stezky – Moravské vinařské stezky. Retrieved January 24, 2022, from <http://old.stezky.cz/Moravske-vinarske-stezky/Uherskohradistska-vinarska-stezka.aspx?lat=49.00672848771106&lon=17.449816400000007&z=12>
- Lapčíková, B., Lapčík, L., & Hupková, J. (2017). Physico-chemical characterisation of slovak wines. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, doi: <https://dx.doi.org/10.5219/727>
- Hosu, A., Cristea, V., & Cimpoiu, C. (2014). Analysis of total phenolic, flavonoids, anthocyanins and tannins content in romanian red wines: Prediction of antioxidant activities and classification of wines using artificial neural networks. *Food Chemistry*, 150, 113-118, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.153>
- BALÍK, J., & LEINDL, G. (2010). Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech: Anthocyanin pigments in grapes and wines. *Mendelova Univerzita V Brně, Brno*.
- Folin, O., & Ciocalteu, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 73(2), 627-650.
- Staško, A., Brezová, V., Mazúr, M., Čertík, M., Kaliňák, M., & Gescheidt, G. (2008). A comparative study on the antioxidant properties of slovakian and austrian wines. *LWT-Food Science and Technology*, 41(10), 2126-2135, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.11.021>
- Bajčan, D., Vollmannová, A., Šimanský, V., Bystrická, J., Trebichalský, P., Árvay, J., & Czako, P. (2016). Antioxidant activity, phenolic content and colour of the slovak cabernet sauvignon wines. *Potravinarstvo*, 10(1), <https://doi.org/10.5219/534>
- Wu, Z., Xu, E., Long, J., Pan, X., Xu, X., Jin, Z., & Jiao, A. (2016). Comparison between ATR-IR, raman, concatenated ATR-IR and raman spectroscopy for the determination of total antioxidant capacity and total phenolic content of chinese rice wine. *Food Chemistry*, 194, 671-679, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.071>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Oiv, R. O. (2017). Compendium of international methods of wine and must analysis OIV-18, RUE D'AGUESSEAU-75008.
- ZOECKLEIN, B. W., FUGELSANG, K. C., GUMP, B. H., & NURY, F. S. (1990). *PRODUCTION WINE ANALYSIS*. New York: Van Nostrand Reinhold. doi:10.1007/978-1-4615-8146-8
- Hupková, J. (2018). Charakteristika vybraných odrůd tichých vín, Diploma thesis. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- Babincev, L. M., & Jovic, S. (2021). Determination of the amount of volatile acids in oxidized wines and neutralization of these by using chemical reagents and biological materials. *Biomass Conversion and Biorefinery*, <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01339-7>
- Gallego, M., Garcia-Carpintero, E. G., Sanchez-Palomo, E., Vinas, M., & Herminos-Gutierrez, I. (2013). Evolution of the phenolic content, chromatic characteristics and sensory properties during bottle storage of red single-cultivar wines from castilla la mancha region. *Food Research International*, 51(2), 554-563. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.010>
- Xu, Z. M. (2013). In Hua L. (Ed.), *Anthocyanins: From grape to wine and health benefits*, <https://doi.org/10.3390/ijms18010096>
- Jensen, J. S., Demiray, S., Egebo, M., & Meyer, A. S. (2008). Prediction of wine color attributes from the phenolic profiles of red grapes (vitis vinifera). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 1105-1115. <https://doi.org/10.1021/jf072541e>
- Robinson, W. B., Weirs, L. D., Bertino, J. J., & Mattick, L. R. (1966). The relation of anthocyanin composition to color stability of new york state wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 17(3), 178-184,
- Gonzalez-Manzano, S., Santos-Buelga, C., Duenas, M., Rivas-Gonzalo, J. C., & Escribano-Bailon, T. (2008). Colour implications of self-association processes of wine anthocyanins. *European Food Research and Technology*, 226(3), 483-490. <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0560-9>
- Malien-Aubert, C., Dangles, O., & Amiot, M. J. (2001). Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. protective effects by intra and intermolecular copigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1), 170-176. <https://doi.org/10.1021/jf000791o>
- Kilmister, R. L., Mazza, M., Baker, N. K., Faulkner, P., & Downey, M. O. (2014). A role for anthocyanin in determining wine tannin concentration in shiraz. *Food Chemistry*, 152, 475-482. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.007>
- Miniati, E., Damiani, P., & Mazza, G. (1992). Copigmentation and self-association of anthocyanins in food model systems. *Italian Journal of Food Science (Italy)*.
- Figueiredo-Gonzalez, M., Cancho-Grande, B., Simal-Gandara, J., Teixeira, N., Mateus, N., & De Freitas, V. (2014). The phenolic chemistry and spectrochemistry of red sweet wine-making and oak-aging. *Food Chemistry*, 152, 522-530. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.018>

- He, F., Liang, N. N., Mu, L., Pan, Q. H., Wang, J., Reeves, M. J., & Duan, C. Q. (2012). Anthocyanins and their variation in red wines II. anthocyanin derived pigments and their color evolution. *Molecules*, *17*(2), 1483-1519. <https://doi.org/10.3390/molecules17021483>
- Busse-Valverde, N., Gomez-Plaza, E., Lopez-Roca, J. M., Gil-Munoz, R., & Bautista-Ortin, A. B. (2011). The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(10), 5450-5455. <https://doi.org/10.1021/jf2002188>
- Degenhardt, A., Hofmann, S., Knapp, H., & Winterhalter, P. (2000). Preparative isolation of anthocyanins by high-speed countercurrent chromatography and application of the color activity concept to red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(12), 5812-5818. <https://doi.org/10.1021/jf0007481>
- Boulton, R. (2001). The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*, *52*(2), 67-87.
- Anonymous i, *Contents guide to EU wine regulations - adlib.everysite.co.uk*. (2005, October). Retrieved January 24, 2022, from <https://adlib.everysite.co.uk/resources/000/264/146/euwineregs.pdf>
- DANGLES, O., SAITO, N., & BROUILLARD, R. (1993). Anthocyanin intramolecular copigment effect. *Phytochemistry*, *34*(1), 119-124. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90792-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90792-1)
- Eiro, M. J., & Heinonen, M. (2002). Anthocyanin color behavior and stability during storage: Effect of intermolecular copigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(25), 7461-7466. <https://doi.org/10.1021/jf0258306>
- Garrido, J., & Borges, F. (2013). Wine and grape polyphenols - A chemical perspective (vol 44, pg 3134, 2011). *Food Research International*, *54*(2), 1843-1858. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.001>
- Baiano, A. (2014). Recovery of biomolecules from food wastes - A review. *Molecules*, *19*(9), 14821-14842. <https://doi.org/10.3390/molecules190914821>
- Pazourek, J., Gajdosova, D., Spanila, M., Farkova, M., Novotna, K., & Havel, J. (2005). Analysis of polyphenols in wines: Correlation between total polyphenolic content and antioxidant potential from photometric measurements - prediction of cultivars and vintage from capillary zone electrophoresis fingerprints using artificial neural network. *Journal of Chromatography A*, *1081*(14; 1), 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.02.056>
- Tauchen, J., Marsik, P., Kvasnicova, M., Maghradze, D., Kokoska, L., Vanek, T., & Landa, P. (2015). In vitro antioxidant activity and phenolic composition of georgian, central and west european wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, *41*, 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.12.029>
- Stasko, A., Brezova, V., Mazur, M., Certik, M., Kalinak, M., & Gescheidt, G. (2008). A comparative study on the antioxidant properties of slovakian and austrian wines. *Lwt-Food Science and Technology*, *41*(10), 2126-2135. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.11.021>
- Gallego, M., Garcia-Carpintero, E. G., Sanchez-Palomo, E., Vinas, M., & Hermosin-Gutierrez, I. (2012). Effect of co-winemaking in phenolic composition, color and antioxidant capacity of young red wines from la mancha region. *European Food Research and Technology*, *235*(1), 155-167. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1745-4>
- Da Silva, P., De Souza, G., Paim, A., & Lavorante, A. F. (2018). Spectrophotometric determination of reducing sugar in wines employing in-line dialysis and a multicommuted flow analysis approach. *Journal of the Chilean Chemical Society*, *63*(2), 3994-4000, <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-97072018000203994>

Acknowledgements: This research was financed by Tomas Bata University in Zlin internal grant agency project no. IGA/FT/2022/005.

Contact address: Lubomir Lapčík, Department of Food Technology, Faculty of Technology, Tomas Bata University in Zlin, Vavrečkova 275, 762 72 Zlin, Czech Republic, E-mail: lapcik@ft.utb.cz, ORCID: 0000-0002-9917-7310